هندسة المباني والإنشاءات

مواد البناء



جزيل الشكر للسيد الدكتور / علاء الحبشى مدير مشروع ترميم منزل كتخدا الرزاز
إذ سمح لي بعمل هذه النسخة الإلكترونية لهذا الكتاب القيم إسهاما منة في نشر المعلومة الصحيحة .

مهندس / ياسر عبد الرؤوف عصر

القاهرة في إبريل ٢٠٠٦

Alaa El-Habashi

هندسة المباني والإنشاءات

تأليف



محمد حسن صالح

A.R.T.C. (Glas.), A.M.I.Struct. E. (Lond.), Dipl.R.T.C., A.M.I.E.S. (Scot).

مدرّس هندسة المبانى بمدرسة الفنون والصنائع الملكية بالقاهرة

الجزء الأول

مواد البناء

[الطبعة الثانية]

مطبعة دار الكتب المصرية بالقاهرة

١٣٤٨ هـ — ١٩٣٠ م

الثمن ٢٠٠ مليم

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على جميع الأنبياء والمرسلين، أحمد الله على هدايته عبده بانجاز الطبعة الثانية من كتاب مواد البناء أول أجزاء مجموعة هندسة المبانى والانشاءات وإبرازه فى حلته الجديدة كاملا ، مزودا بما نقص منه فى طبعته الأولى وافيا لبرامج التعليم بمدارس الفنون والصنائع، مع إعادة تصديره بالمقدمة الجيولوجية .

ويسرنى أن أثبت هنا أن هذا الكتاب ثمرة تعب عدة سنين ، فقد بدأت بوضع مذكراته عام ١٩٢٢ فى طبعة مؤقتة بهيئة سلسلة محاضرات متتابعة ، ولما آنست من نفسى الكفاية بعد دراسة طويلة بمصر والخارج، بادرت بجمع شتات بحوثى فى الكتيب الذى صدر عام ١٩٢٦، إلى أن جاء توفيق الله جل وعلا بإخراج الكتاب فى ثوبه الكامل بين يدى أبناء الوطن العزيز .

ولكثرة بحثى فى مختلف الكتب الفنية العصرية من كيميائية وبنائية لمشاهير المؤلفين البريتانيين فقد جعلت تلك الكتب مرجعا لى فى تبويب الكتاب ، كما استندت كثيرا على ملاحظات أساتذة هندسة المبانى والكيمياء والجيولوجيا المعمارية بكلية جلاسجو، وعلى المشاهدات الشخصية والمران .

وكما أرجو أن يكون لهذا السفر الصغير من فائدة حقة لكل متصفح ومطلع، فانى أتقدم بالشكر لكل من يدلى إلىّ بملاحظاته العلمية أو الفنية على ما جاء به . وأسأل الله الهداية للطريق الصواب م؟

القاهرة، يوليه ١٩٢٩ — حسين محمد صالح

المراجــــع

محاضرات الأستاذين محمد وصفى والمرحوم محمد عفيفى .

ALAN E. MUNBY, Chemistry and Physics of Building Materials.

ARCHIBALD D. DAWNAY, Handbook on Steel Work.

A. G. MIDDLETON, Materials and Construction.

A. LUCAS, Disintigration and Preservation of Building stones in Egypt.

BRITISH ENGINEERING STANDARDS ASSOCIATION, Specifications.

C. GOURLAY, Notes on Building Materials and Specifications (R.T.C. Glasgow).

C. MITCHELL, Building Construction, Advanced.

CONCRETE BUILDING, Monthly Journal.

ECKEL'S, Cements, Limes, and Plasters.

ERNEST J. EDWARDS, Notes on Architectural Geology. (R.T.C. Glasgow).

EXPANDED METAL, Steel Concrete and Plaster Construction.

H. J. L. BEADNELL, Report on Upper Egypt.

JENNINGS, Recent Improvements in Decorators' Materials

JOHNSON, Materials of Construction,

JOURNAL of the Institution of Structural Engineers.

NEWTH, Inorganic Chemistry.

P. F. GORDON, Notes on General Chemistry for Architects (R.T.C. Glasgow).

PETER MACNAIR, Study of Minerals in Kelvingrove Museum, Glasgow.

REDGRAVE, Calcareous Cements, their Nature & Uses.

RIES, Clays, their Occurrence, Properties & Uses.

RIVINGTON, Notes on Materials, III.

ROBERT AUSTEN, Introduction to the Study of Metallurgy.

T. BARRON, Quarry records for Cairo district.

THE BUILDER, Weekly Journal.

W. F. HUME, Building Stones in Egypt.

W. W. WATTS, Geology for Beginners.

مواضيع الكتاب

صفحة

الباب الأول

الباب الثانى

الباب الثالث

الباب الرابع

الباب الخامس

الباب السادس

الباب السابع

الباب الثامن

الباب التاسع

١

الباب الأول

مقـــدمة چيولوچيـــة

لا مشاحة فى أن الأرض كانت منذ بضعة ملايين من السنين عبارة عن كتلة منصهرة تجمـدت ببطء عظيم، وأكبر شاهد على ذلك هو ارتفاع درجة حرارة جوف الأرض فى باطن المناجم العميقة وأيضا فى عيون المياه « الآبار » المتدفقة والنافورات الحارة وكذا البراكين ، ويكفى لاثبات أن جوف الأرض ساخن وجود كل هذه الأشياء منتشرة فى بقاع مختلفة، وبمـا أن هذه الحرارة متشععة وسابحة غير مسترجعة (مفقودة) فتوجد حالة تبريد عامة آخذة دورتها . ومعلوم أن معظم الأجسام تنكمش عند تبريدها وعند تجمدها وبمـا أن الأرض ليست بجسم كامل التماسك والتجانس فيصحب هذه العملية تجعد سطح الأرض وكثيرا ما يحصل التشقق والانزلاق الفجائيين .

النحر (التآكل) — عند ما نقصت درجة حرارة قشرة الكرة الأرضية عن ١٠٠° م . فقد جُعلت الانخفاضات التى حدثت فى القشرة ملجأ للمـاء المكثف .

وقد ابتـدأ النحر المستمر بوجود المـاء السائل وتغيرت مواضع المياه من تأثير جاذبيـة كل من الشمس والقمر وتقلقلت مواضعها أيضا من سرعة دوران الأرض ، وهى الآن عبارة عن هذه الأقيانوسات التى تلاطم سواحل الأرض فى حالتى المد والجزر . وبتبخر المـاء من تأثير حرارة الشمس وبتكثفه فى الهواء البارد يسقط على هيئة أمطار ويأخذ طريقه راجعا الى تلك البحار والأقيانوسات حاملا معه مواد مذابة ومنحورة وينحر مجراه وهو ما نراه على شكل مجارى الأنهار والجداول .

ثم ان تغيـير حالة الجو فى مختلف الفصول وحرارة وبرودة كل من الليل والنهار وأيضـا الرياح والعواصف الناشئة عن تغيـير درجة حرارة الجو وحركة دوران الأرض، تؤثر كلها على شكل قشرة الأرض فتتآكل تدريجيا . وتتشـقق الصخور الناتئة المعرضـة للجو من تأثير الحرارة والصقيع وتدفع الأمطار المتدفقة ما تجده فى طريقها وتكشف عن طبقات جديدة « وأيضـا بمساعدة جذور أنواع النبات والميكروبات التى فى الأرض» وكل ذلك ممـا يساعد على تضاؤل قشرة الأرض ويُحدث بها تآكلا مستمرا .

واذا كانت هذه التغيرات غير واضحة فيمكننا أن نقارنها بما يقذفه معه نهر المسيسبي الى البحر من مواد صلبة لمدة أسبوع والذى يكفى لتغطية مسطح ميل مربع مع ارتفاع خمسة أقدام .

الرسوبية — وتظهر نتيجة هـذه الرسوبية[1] المتكررة للمواد المنحورة من الأرض بتكوين دالتات عنـد مصبات الأنهار فان ما يرسب تدريجيا من الزلط والرمل والطمى يكوّن أسطح أرض جديدة ، وتكون هذه المواد الراسبة على هيئـة طبقات منتظمة وكلما زادت وتجمعت المواد المذكورة كلما طال الوقت فانضغطت وتصلبت المواد التى تكون فى الطبقات السفليـة (كذا تكونت أراضى الوجه البحرى) .

وبحثنا هذا فى حركة « الطبيعة » معقول ونجازف بالقول بأن ذلك حدث من وقت أن تكوّن للأرض قشرة باردة ، وما قلنـاه يهيئنا لمعرفة تكوين الطبقات الصخرية المكوّنة لقشرة الأرض فى وقتنا هذا .

ومن البديهى أن مسألة الرسوبية كما شرحناها لا بد وأن تنقطع متى وصل منسوبها الى سطح المـاء الحادثة فيه هذه الرسوبية ، ثم ان قاع المحيط و باطن الأرض معرّضان دائما الى حركات بطيئة ومستمرة من ارتفاعات وانخفاضات ، فاذا حدث خمود أو سكون سريع بسرعة مماثلة لسرعة رسوبية المواد المنحورة فان الرواسب التى تحدث وقتذاك ممكن أن تكون ذات سُمك آلاف الأقدام ، ومتى وصلت هذه المتجمعات (التى تكون قد نشأت عن الرسوب المستمر أو عن انقلاب فى حركة الأرض) الى سطح المـاء فان النحر يبتدئ فى الحال .

و بمرور الزمن تعمّق الأنهار والخوانق مجاريها فى الأودية التى تمر فيهـا وهذه — مع العواصف والصقيع — عوامل تساعد فى حدوث التأثير على المسطحات الجـديدة من الأرض ، وهكذا تتكوّن حركة « تخريب واصلاح » دورية مستمرة وهى حركة عظيمة البطء ، وهذا ممـا يساعد الجيولوجى على بحث الطبقات المختلفة ودرس خواصها وطبيعتها جيدا بدون الخوف من ضياع إشاراته الطبيعية على الأرض .

ترتيب طبقات الأرض

الطبقات غير مستمرة — يُظن لأوّل وهـلة أن الرواسب تكون أفقيـة الوضع أحدها فوق الآخر كما يظهر بواسطة التنقيب وكشف الطبقات عن بعضها وبذا يكون من المصدق جدا أن جميع طبقات الأرض أفقية وأن الطبقة العليا هى آخر راسب وهذه هى الحقيقة الراهنة .

(١) أصلها فى الافرنجى (Sediment) مأخوذة من اللفظ العربى سديم .

ففى جهة ما، توجد أحجار جيرية، وتوجد فى جهات أخرى مختلف المواد من حجارة جبسية أو رملية أو اردواز وكلها بالطبع من أصل مختلف وذات أعمار متفاوتة، وأحيانا ما ترى بعض طبقات هذه المواد متزحزحة عن موضعها الأفقى «منقولة» ويكون من العبث التسليم بأن هذه الطبقات قد تكوّنت على تلك الميول .

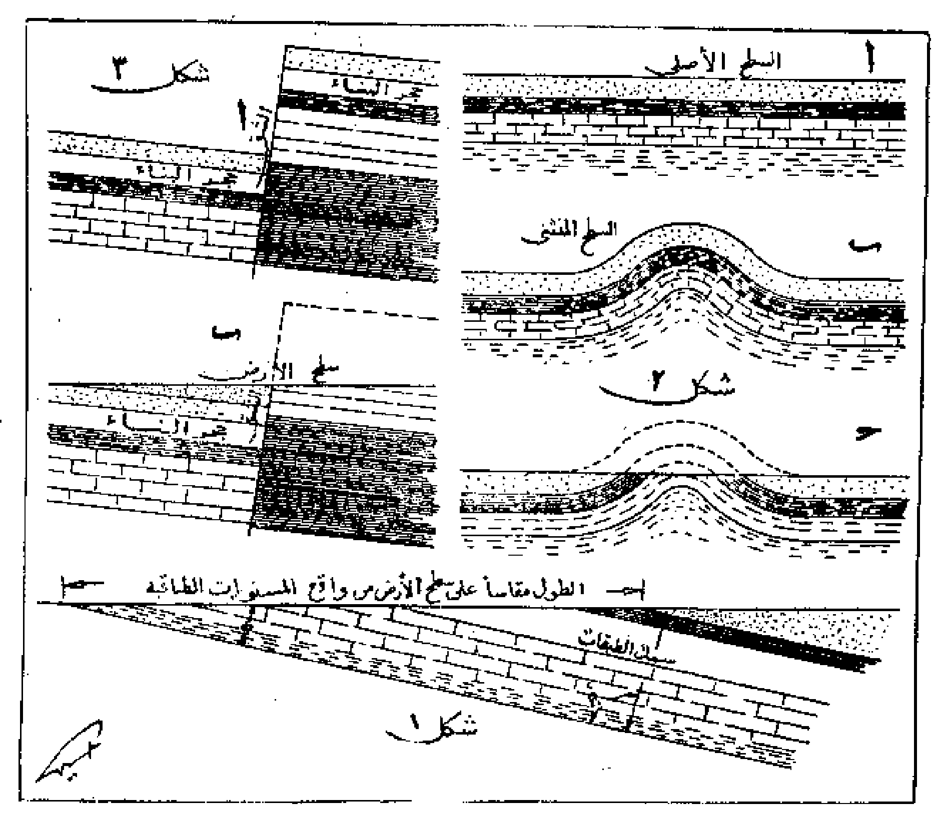
الانحراف (الميل) — يوجد شك قليل جدّا فى أن الطبقات الأرضية تكونت على هيئة راقات رسوبية أفقية الوضع بالتقريب ، ولكن تحركات الأرض الكثيرة التى أشرنا اليها والتى ينشأ عنها تجعد (تكرمش) فى قشرة الكرة الأرضية قد أثرت على هـذه الطبقات الرسوبيـة وحوّلتها عن موضعها الأفقى . ويرجع السبب فى ظهور مثل هذه الطبقات التى كانت مدفونة على عمق آلاف الأقدام الى النحر المتتابع . ويهم المشتغلين فى حفر المحاجر معرفة مقدار زاوية الانحراف (أنظر شكل ١) .

تثنّى الطبقات — يشاهد هذا التثنى فى أحوال يظهر فيها أن الطبقات كانت عجينية القوام ثم وقع عليها ضغط من الجانبين أدّى الى تثنى طبقات الرواسب المختلفة (كما يشاهد من شكل ٢). ولكن هذه الطبقات تكون متوازية، واذا حدث نحر فى الطبقـات التى انضغطت فَعَلَتْ وأصـبح سطح الأرض مستويا فيمكن التثبت من حصول هذا التثنى بفحص هذه الطبقات .

العيوب — لا يقف التأثير على الطبقات الأرضية فيجعلها محدودبة أو متآكل جزء منهـا بل يحدث فيها شقوقا وينتج عنها تغيير كبير فى وزنة (ميزانية) الأجزاء المنفصلة .

السقوط أو الهبوط — وتنشأ الشقوق المذكورة (والتى تصـل الى غور مختلف العمق) عن الانزلاق . وهو نتيجة زلزال أرضى ويلاحظ أن وضع الطبقات الأرضية بالقرب من هـذه الشقوق كما قلنا قد تغير — ومتى انشقت الأرض فقد يتفق أن يصير أحد أجزائها أكثر ارتفاعا من الثانى وتكون الطبقات مائلة (شكل ٣) .

ويكون هـذا الشق مفتوحا أو مغلوقا دفعـة واحدة مملوءا بالحصى وربما حصلت الانفصالات والانزلاقات المذكورة فى بقعة صغيرة أو تكون ذات امتداد لعدّة أميال، ومن مراجعة (شكل ٣) يتبين تماما أن لهذه العيوب علاقة من حيث استخراج الحجارة فالرسم (أ) يبين حالة الراقات بعـد الانفصال، والرسم (ب) يبين شكلها بعد تآكل الجزء المرتفع ويلاحظ أن طبقة حجارة البناء التى على اليسار اذا حفر اليها يُظن أنها ستكون مستمرة إلا أنها تنقطع بغتة عند ومن على يمين الشق وقد ينشأ عن هـذا التحوّل طبقات توقع فى الخطأ وذلك أنه يشاهد على سطح الأرض مادة قابلة للاستخراج منها فيظن وجود جملة طبقات مع أنها ليست فى الحقيقة إلا طبقة واحدة متحوّلة .



(أشكال من ١ الى ٣)

و بملاحظة ما تقدّم نستنتج أنه ولو أن طبقة أرضية معلومة كانت منتشرة فى مسطح فسيح غير أنه ليس من الضرورى أن يكون لهذه الطبقة أثر فى جميع المسطح المذكور . ووقت أن تكوّنت سلسلة الصخور[1] التى تكوّن قشرة الكرة الأرضـية حدثت تجعـدات وتقلصات وتشققات عدّة مرات من الارتفاعات والانخفاضات « الانزلاقات » وتكون قد تعرّضت بعض أجزائها مدّة مديدة للنحر ممـا أدّى ذلك الى فقدها بعض الطبقات .

تميـــيز الطبقـات الأرضـــية

يتكوّن سطح الأرض المستعمل أغلبه فى الزراعة وسكنى الآدميين من تربة من طبقات متحللة متفككة بأسفل منها والممزوجة مع بقايا أنواع الخضروات المتعفنة و يكون متوسط عمقها نحو المتر — بينما تكون الطبقات الصخرية الطبيعية ناتئة .

وقد حُضرت الخرائط الجيولوجية للأمصار المختلفة من مثل هذه المعلومات، وممكن معرفة نوع الطبقات الرسو بيـــة للصخر النـاتئ ومن مقطعه الذى يكون بشـكل جرف أو قطع صناعى فتظهر

(١) كلمة صخور تشمل كافة أنواع الرواسب من طين وحصى وحجارة الخ .

الطبقات الرسوبيـة منفصلة عن بعضها بواسـطة المستويات الطباقية الموازية لاتجاه الطبقات (شكل ٤)، وكذلك من تغويص الآبار، وأيضا من ملاحظة نقط اختفاء الطبقات أسفل السطح الخارجي للأرض ومواضع ظهورها بالثانى، ومن تحـديد زوايا الميل « الانحدار » حتى أنه يمكن استخراج قطاعات مضبوطة من واقع تلك الخرائط تبين لنا نوع الطبقات الرسوبية لمنطقة مختارة .

والمهـم جدا لدى الجيولوجى لأجل معرفة نوع وأصـل الطبقات الرسوبية وجود بقايا عضوية متحجرة « النبـات والحيـوان » وتكون فى الغـالب من عظام وأنواع القواقع وأسـنان الحيوان، وقشرة وبذور وأوراق وأخشاب أنواع النبات المختلف لكل زمن، وآثار القدم أيضا . ولكل من هـذه البقـايا العضـوية المتحجرة (الأحفوريات) طبقة صخرية مخصوصة تميز عن غيرها بوجود أحفوريات مختلفة عنها فى الرواسب الأخرى وعليه فان نوع الطبقة الرسوبية الموجود بها بقايا النبات مخالف لنوع الطبقة التى بها بقايا الحيوان .

(شـكل ٤)

ومن هذه الأحفوريات ماهو بحرى الأصـل ومنها ماعاش فى المـاء العذب . وأقدم الصخور هو ما احتوى أبسط الأنواع العضوية، و يتلوه الزمن الذى عاشت فيه الأسماك، ثم زمن النبات والحيوانات الزحافة وأكبر أنواع الأسماك الصدفيـة . وأحدث الطبقات هى ماحوت بقايا الطيور والحيوانات الثديية وبقايا آدمية أيضا، وهذا يبين الطريقة العجيبة للنشوء التدريجى .

الصخور الغير الرسوبية — ليس بهذه الصخور علامات تدل على أنها تكونت من طبقات رسوبيـة كما وأنه ليس بها بقايا عضوية وتوجد على هيئة كتل غير منتظمة الشكل والوضع، مثل الجرانيت، وهى عبارة عن القشرة الصلبة الأصلية للكرة الأرضية التى سبق لها وذابت (صهرت) وذلك لمشابهتها تمـام الشبه للصخور المتجمدة فى سفح البراكين القديمة . ولا شك فى أنها قذفت من باطن الأرض أو بردت ببطء عظيم وتجمدت تدريجيا وتبلورت وكانت أسفل الطبقات التى تآكلت فأصبحت ناتئة، ويُطلق على هذه الصخور اسم الصخور البركانية أو النارية الاندفاقية .

خاتمة المقدّمة الچيولوچية

وينتج مما تقدّم أن قشرة الكرة الأرضية مكوّنة من جملة صخور ومن جواهر معدنيـة أيضا متوزعة فيها، وعليه فتنقسم الصخور المذكورة الى ثلاثة أقسام :

(١) صخور التبريد — وتسمى الصخور الأصلية أو المتبلورة مثل الصخور الحبوبية كالجرانيت والنيس[١] .

(٢) صخور نارية — كتحصلات البراكين مثـل البازلت[٢] والپورفير والسرپنتاين[٣] أى الصخرة الثعبانية (الأفعوانية) أو أتربة بركانية مثل البوتسلانة[٤] .

(٣) صخور رسوبية — متكوّنة على هيئة طبقات أفقية مثـل أنواع الحجارة الجيرية والرملية والطفليـــة .

وتكوّنت الصخور المذكورة فى أزمنة چيولوچية مختلفة اعتبر الزمن الأوّل منهـا ما سبق وجود الكائنات العضوية وهو ما تكوّنت فيـه صخور القسمان الأوّل والثـانى ، وأما صخور القسم الثالث فتكوّنت فى الأزمنة الثـانى والثالث والرابع ، وكانت الأرض فى الزمن الثـانى مغطاة بالمياه وكانت البحار مسكونة بالأسمـاك والقواقع . وفى الزمن الثالث خلقت الحيوانات ذوات القوائم الأربعـة وحيوانات أخرى سكنت الأرض والمـاء، والزمن الرابع هو مابعد الطوفان وملئت الأرض فيه من إنسان ونبات وحيوان سواء كان بريا أو بحريا .

الطبقات الأرضية للقطر المصرى

اذا ألقينا نظرة فاحص على خريطة مصر الچيولوچية نجـد أن أرض قطرنا تحتوى على جمـلة طبقات أرضية متوزعة فى أماكن مختلفة وتكوّنت فى عصور الحياة المتعاقبة فى تاريخ تكوين القشرة الأرضية، ولهذه الطبقات تسميات چيولوچية متنوعة تبعا للعهد الذى تكوّنت فيه ومفصلة فى الأنواع الآتيـــة :

١ — يوسين[٥] — أصلها من كلمتين يونانيتين (Eos) ومعناها الفجر و (Kainos) أى (Cene) ومعناها حديث، وهى رواسب بحرية ورواسب من المياه العذبة . فكان البحر شاغلا الأحواض الطباشيرية ثم فارقها فتسلطت عليها المياه العذبة . وبهـذه الطبقات بقايا النبات الذى معظمه نخيل

(١) Gneiss. (٢) Basalt. (٣) Serpentine. (٤) Puzzolana. (٥) Eocene.

وأشجار (والغابة المتحجرة القريبة من القاهرة أكبر دليل على ذلك) وكذلك بقايا الحيوان . وهى ثلاثة طبقات رئيســية فالعليا طفل مع الرمل والمتوسطة دبش والسفلى حجر جيرى سليسى وتحف هــذه الطبقة بوادى النيل وتمتد حتى قنا جنوبا فى الصحراء العربية « الشرقية » وتتوسط خطى طول ٣٢° و ٣٣° شرقا من هذه الصحراء، وأما فى غرب وادى النيل فهى فى الصحراء الليبية من واح كركور جنوبا حتى واحات الخارجة والفرافرة والبحرية ثم تضـيق شرقا نحو وادى النيــل عند مديريتى المنيا وبنى سويف وتتجه غربا بمنطقة للفيوم راجعة حتى الجيزة .

٢ — حجارة نوبية — سميت كذلك بالنسبة للأقاليم الشاغلة لهـا وهى رمليـة لونها أسمر قاتم خصوصا التى فى الصحراء الليبية وعند الواحات الداخلة يكون لون هذه الصخور أسود تقريبا حتى يخيل للرائى أنها طفحات بركانية (عن كارل زيتل .Karl Zettel, 1883) .

٣ — أليجوسين[(١)] — منها كلمة (Oligos) معناها قليل وبها بقايا متحجرة من النباتات الدائمة الأخضرار وطبقاتها مكوّنة من الحصى والرمال والحجارة الرملية وهى فى مناطق بين القاهرة والسويس وكذلك تمتدّ غرب اليوسين نازلة من تجاه الجيزة حتى المنيا .

٤ — ميوسين[(٢)] — منها كلمـة (Meion) معناها الأقليـة وأحفورياتها مشابهة نوعا لمـا فى الاوليجوسين وبها أيضا بقايا حيوانات ثدبية ومتكونة من رسوبات بحرية ورسوبات عذبة وهى طبقتان «مولاس» و «فالون» فالأولى قاعدتها الكوارتز وتحتوى على حجارة رملية وقد تكون مختلطة مع حجارة جيرية ومغطاة برسوبات المياه العذبة مكوّنة من حجارة جيرية ضارب لونها الى البياض ، ويندر أن يحتوى المولاس على قواقع حفرية ، وأما طبقة الفالون فمكوّنة من حجارة جيرية محتوية على قواقع وعظام زواحف وطيور وحيوانات ثديية .

وتوجد طبقات عهد الميوسين متفرّقة على ساحل البحر الأحمر غربا من المنطقة الرملية وكذلك فيما بين القاهرة والسويس عدا امتدادها فى الصحراء الليبية من وادى النطرون متجهة غربا .

٥ — ألوڤيم[(٣)] — كلمة لاتينية ذات مقطعين (ad) معناها سويا و (luere) معناها ينظف وهى غرين النيل «الطمى» المتكوّنة منه الأراضى الزراعية على شاطئ النهر وفى الدلتا .

٦ — پليستوسين[(٤)] — منها (plaion) أى الأغلبية وهى رمال متفرقة مجاورة للرواسب النيلية غربا وشرقا وهو معظمها ، كذا بمحاذاة ساحل البحريــن الأحمر والأبيض المتوسط ، وتوجد كثبان منها فى الواحتين الداخلة والخارجة .

(١) Oligocene. (٢) Miocene. (٣) Alluvium, (٤) Pleistocene.

٧ — الحجـارة الطباشيرية[١] عن الاسم اللاتينى (Creta) ومعناه الطباشير وهو متركب من حجارة رملية وطفل وحجـارة جيرية يتكوّن عنهـا تكوين سميك يعرف بالحجـر الجيرى المصرى القنـاوى . والأراضى الطباشيرية بأنواعها الثلاثة (Cenomonian, Sanonian, Danian,) ثلاثة مجاميع أوّلها طبقة الحجـر الرملى الأخضر وثانيها طبقــة الطفل وثالثها طبقة الحجـارة الجيرية الطباشيرية البلاطية ومناطقها بوادى التيه فى سينا وكذا بالصحراء العربية والليبية .

٨ — شيست[٢] — أصل الكلمة اليونانى (schizo) معناه يفصل وهى صخرة طفلية هشّة صفيحية «ورقية» وقد تكون مندمجة غير أنها مجرّدة عن الكوارتز والفلسبار وهى نوعان الميكا الشيستى[٣] «الورقية» والطلق الشيستى[٤] «الورقى» . وتوجد الصخور الشيستية بالقرب من ساحل البحر الأحمر وقليل منها فى بحيث جزيرة سينا .

٩ — جرانيت[٥] — ويسمى بالصخرة الحبوبية من الاسم اللاتينى الذى معناه حبة (granum) ويوجد على هيئة آكام إما متصلة وإما منفصلة عن بعضها وتشغل المسافة بينها بصخور نارية أخرى مثل البورفيرية والثعبانية وأغلب الجرانيت بجنوب أســوان ومنه ما هو متفرّق بمحاذاة ساحل البحر الأحمر وفى بحيث جزيرة سينا .

١٠ — نييس[٦]، دايورايت[٧] — نييس لفظ اصطلاحى أطلقه عمال المحاجر الألمـان على فصيلة من الجرانيت مكوّنة من مجاميع متتالية من الكوارتز مع الفلسبار . والدايورايت مأخوذة عن الكلمة اليونانية (Dioros) معناها الامتياز الواضح وهى صخرة مندمجة بها ٦٠ فى المـائة صودا وسيلكا وبوتاس وكوارتز .

وتوجد صخور النييس متفرّقة بين الصخور الجرانيتية والورقية فى الصحراء العربيــة وكذا بين صخور الجرانيت فى سينا .

١١ — آندزايت[٨]، فلزايت[٩] — الآندزايت نوع من الحمم (الطفحات) البركانية فى الآندز ومنها اشتقت اسمها ، وأما الفلزايت فكلمة ألمـانية معناها الصخرة وتُعمل منها حجارة للزينة وكلاهما نوع بورفيرى (prophyry) أى أرجوانى اللون .

---

(١) Cretaceous. (٢) Schist (٣) Schist-Mica (٤) Hornblende-Schist.

(٥) Granite. (٦) Gneiss. (٧) Diorite. (٨) Andesites. (٩) Felsites.

١٢ — حجارة جيرية نقية مندمجة — و بمقطعها بو يضات صغيرة و يطلق على معظمها اسم أولايت (Oolite) وهو يونانى الأصـل من المقطعين (Oon) بمعنى بيض، (Lithos) بمعنى حجـر ومقطعه يشبه مقطع بطارخ السمك وتعرف أحجاره بذات التكوين البطارخى، واذا كانت الحبوب البويضية كبيرة سميت الحجارة بذات التكوين الملبسى وبهـا أوكسيد حديد إيدراتى على هيئـة كرات متعجنة فيه، وتحتوى الحجارة المذكورة على حفريات وقواقع و بقايا مرجانية (مثل حجارة پورتلاند بجنوب انجلـترا) .

١٣ — بازلت — وهى صخور بركانية سوداء أصلها مقذوفات بركانية مثل ما هو بأبى زعبل و بجبل القطران شمالى بركة قارون .

١٤ — الجبس — وهو عبارة عن كبريتات الجير متبلورة متجانسـة (باليونانية Gypsos) يوجد بالقرب من شاطئ البحر الأحمر وفى منطقة البلاح .

١٥ — صخور السرپنتاين — والمسماة بالصخرة الثعبانية « الافعوانية » نظرا لوجود بقع فيها مثـل البقع التى تشاهد على جلد الثعبان ،كسرها راتنجى وتحتوى على جواهر معدنيـة (سليكات المغنسيا الايدراتى) وهى خضراء أو صـفراء أو حمراء وقد استعمل منها قدماء المصريين رخاما أخضر للزينة .

واذا تأملنا فى طبيعة أرض القطر المصرى حينئذ لوجدنا أن الجزء الشمالى منه يحتوى على مقدار من الحجارة الجـيرية والجزء المتوسط والجنوبى منه على حجـارة رملية والجزء الجنوبى الشرقى والشرقى الأوسط على حجارة جرانيتية .

والحجارة على العموم جواهر معدنية صلبة غير قابلة للاحتراق ما عدا الرخو منها وكثافتها (ما عدا حجر الخفاف) أكبر من كثافة المـاء ومعظم تركيبها هو من الأكاسـيد الترابية مرتبطـة مع بعضها بواسطة جواهر أخرى .

الباب الثانى

مركبات الحجارة

الجواهر المعدنيـــــة وأوصافها

المواد الطبيعيــة المستعملة فى البناء مثل الحجارة والطين المصــنوع منه قوالب الطوب ثم أنواع الجير وما شاكل ذلك ولو أنها مختلفة الأصل والتركيب الطبيعى إلا أنهــا تتكوّن من عدد قليل من القواعد مع عدد قليل مساو له من الأكاسيد المكوّنة للأحماض (الأكاسيد الحمضية) .

وهذه القواعد هى : البوتاس « بو$_2$ ا » — والصودا « ص$_2$ ا » والجير وهو أول أوكسيد الكلسيوم « كا ا » — والمجنيزيا « مغ ا » أى المغنيسيا .

والأكاسيد المكوّنة للأحماض هى الألومينا « أل$_2$ ا$_3$ » وأوكسيد الحديد « ح$_2$ ا$_3$ » اللذان يمكن اعتبارهمــا قاعدتان فى حالة عدم وجود القواعد المذكورة ، والسيليكا « س ا$_2$ » أى ثانى أوكسيد السيليكون وتكون إما منفردة أو على هيئــة سليكات ، وثانى أوكسيد الكربون « ك ا$_2$ » فى الكربونات ، وثالث أوكسيد الكبريت « كب ا$_3$ » فى الكبريتات (السلفات) .

الجواهر المعدنية — توجد القواعد والأحماض السالفة الذكر المتركبة منها المواد الطبيعية إما منفردة على هيئــة مركبات كياوية أو بحالة مخلوط من جمــلة مركبات وتسمى مثل هــذه المركبات الطبيعية «المعدنيات» أو الجواهر المعدنية ، ويصعب الحصول عليها بحالة نقية جدا ، ثم إن لمعظمها خواص تميز كل منها عن الأخرى مثل الكوارتز والميكا فى الجرانيت مثلا .

خواص المعـــــدنيات

(١) **انتظام الشكل** — تميل جزيئات المركب الى ترتيب نفسها بحالة منتظمة فتنضم لبعضها بالراحة بواسطة قوة التمــاسك وتنمو بتكوين طبقات (رصات) من المــادة الســائحة ثم أنها تكوّن مجسمات ذات أوجه مستوية منفصلة بواســطة زوايا محدودة تحت عوامل موافقة . وتعرف مثل

هذه النموات بالبلورات وهى زجاجية المنظر شفافة مثل بيرات الحديد المعدنية الصفراء « ح كب » وأوكسيد الحديد الأسود . وتعمر المواد المتبلورة المذكورة طويلا أكثر من المواد المركبة من مواد طينية ، ولنضرب مثلا فنقول أن كلا من الرخام والطباشير متركب من كربونات الجير ولكن مقاومة الرخام العظيمة للجو هى بالنسبة لتركيبه البلورى ، ثم أن نوع التركيب يطلق عليه اسم « النسيج » ومن أنواعه ما أشرنا اليه وهو النسيج البلورى ، ويكون « حبوبيا » متى كانت الكتلة مكونة من حبوب متميزة عن بعضها كما فى الصخرة الحبوبية ، «ومندمجا» متى كانت الحبوب دقيقة جدا متراكمة على بعضها لا ترى كما فى حجر الطبع (أو بالوجراف) وحجارة هذه الأنواع صعبة التشغيل .

(ب) **الطبقات النسيجية** — يكون النسيج على هيئة طبقات وهى خاصية كون الجسم مركبا من طبقات وتكون على جملة أنواع مختلفة منها الطبقات المتراكبة الغير قابلة للانفصال كما فى كربونات الجير .

وإما أن تكون قابلة للانفصال الى صفائح فيسمى النسيج « صَفيحيا أو صُفَيحيا » حسب كبر وصغر الراقات المنفصلة وفى حالة الاردواز يسمى النسيج « ورقيا » أى « شيستيا » بمعنى أن الطبقات تكون سهلة الانفصال ثم أن حجارة هذا النوع تكون سهلة التشغيل ، وتوجد هذه الخاصية فى منتهى الدقة فى معدن الميكا[1] (سليسات الألومين البوتاسى الايدراتى يد بو أل س ا$_{٤}$) .

(ح) **الصلابة** — تتبين الصلابة للمعدنيات من احتكاك الأجزاء الزاوية من جسم على سطح جسم آخر وقد رتبت الأجسام حسب درجة صلابتها بحيث أن كلا منها يخطط الأجسام التى قبله ولا يخطط التى بعده وها هى مرتبة تصاعديا :

١ — الطلق[2] وهو سايكات المغنسيوم « مغ س ا$_{٣}$ » ؛ ٢ — كبريتات الجير الشفاف « كا كب ا$_{٤}$ » أى الجبس ؛ ٣ — كربونات الجير[3] « كا ك ا$_{٣}$ » ؛ ٤ — فلورسبار « كا فل ا » أى فلوريد الكلسيوم ؛ ٥ — فوسفات الجير المتبلور[4] « كا فو ا$_{٤}$ » ؛ ٦ — فلسبار[5] وهو سليسات الألومين البوتاسى « بو أل س ا$_{٤}$ » ؛ — ٧ — الكوارتز « س ا$_{٢}$ » ؛ — ٨ — الياقوت الاصفر[6] أى الألومين الفلوروسليساتى ؛ — ٩ — الياقوت الأحمر[7] وهو أوكسيد الألومين الخالى من الماء ؛ — ١٠ — الماس وهو الكربون النقى .

---

(١) عن اللاتينى (Mico) الذى معناه أنا ألمع ، وهى الجوهر اللامع . (٢) Talc. (٣) كالسايت Calcite

(٤) Apatite. (٥) فلسبار بالانجليزية (Felspar) وبالألمانية (Feldspath) ومعناه سارية صخرية .

(٦) Topaz (٧) Corrundum .

فاذا قيل أن درجة صلابة جسم هى ٧ فمعنى ذلك أن لهذا الجسم صلابة الكوارتز[١] .

(د) **التخطيط** — يغطى اللون الحقيق لمعظم المعدنيات بتأكسد السطح الخارجى وعليه فيمكن معرفة اللون الحقيق بتخطيط الجسم بحد السكين أو بجزء من جسم أكثر منه صلابة .

(هـ) **بعض خواص أخرى طبيعية** — ومن ضمن المميزات للعدنيات أيضا الثقل النوعى واللون والشفافية ولمعان السطح والكسر والرنين والانصهار وقوة التماسك .

(و) **التحليل الكيميائى** — ويمكن إجراؤه باستعمال الميكروسكوب أو الضوء الاستقطابى أو بالحرارة أو بالحوامض والأملاح .

المعدنيات المنفردة المتحدة مع الأجسام

ولنذكر هنا بايجاز أهم الجواهر المعدنيـة التى تكوّن مواد البناء مرتبة حسب تركيبها الكيميائى عدا السليسات .

١ — **السليكا** — المسماة حامض السليسيك « س ا٢ » أو السايس، وهو أكثر المركبات انتشارا فى القشرة الصلبة للكرة الأرضـية حيث يكون أكثر من نصفها لأنه يدخل فى تركيب جميع الصخور (جرانيتية أو رملية) وكذا فى أنواع الطفال المتكوّن منها أغلب الأراضى الرسوبية . وتوجد السليكا متحدة بجواهر معدنية مختلفة على هيئة كوارتز فى خامات المعادن، (ويطلق على هذا الكوارتز اسم حجر بللور ويكون أحيانا ذا هيئة لبنية بلون مائل للزرقة وذلك تبعا لوجود أوكسيد المنجنيز ويسمى الكوارتز اللبنى) وتكون زجاجيـة عديمة اللون فى الجرانيت بللورتها على شكل منشور سداسى ينتهى بهرمين من النهايتين .

وصوان الزند[٢] هو نوع من السليكا مغطّى بطبقة رقيقة بيضاء معتمة ترابية تشبه الطباشير، وهى مكوّنة من كوارتز نقى ويسمى بالكوارتز الترابى، بينما العقيق (اليشم) وحجر الدم أى اليشب[٣] وعين الهر[٤] (المحتوى على ماء) هى أنواع أخرى من السليكا .

وحجر الطاحون نوع آخر، ويوجد على هيئة رواسب قليلة السمك متقطعة وبه تجاويف صغيرة خلوية غير منتظمة ولونه معتم مائل للبياض أو للصفرة أو للحمرة .

---

(١) يصح أن نذكر مقارنة صلابة أظافر الأصبع فدرجتها ٥ر٢ ودرجة صلابة حاد السكين ٥ر٦

(٢) Flint.

(٣) Jasper.

(٤) Opal.

٢ — كربونات الكلسيوم — « كا ك ا$_٣$ » . وتسمى كربونات الجير وهى احدى الجواهر المعدنية الأكثر انتشارا فى الكون لأنها تكوّن جزءا عظيما من طبقة الرسوب ، وتُعرف بأسماء مختلفة حسب أنواعها ، فاذا كانت فى حالة التبلور المعتاد وجودها فى مناطق الحجر الجيرى فتسمى كلكسپار[١] ، وإما أن تكون بيضاء اللون أو عديمته ولها لمعان لؤلؤى ونسيجها الليفى (فى اتجاهين) ودرجة صلابتها « ٣ » وتميز بسهولة من الكوارتز — وثقلها النوعى ٢٫٧ .

والأنواع الأخرى من كربونات الكلسيوم هى الرخام ذى النسيج البلورى ، والطباشير وهو بقايا قواقع وهذا هش مندمج الحبوب (غير متبلور) ، ثم الحجر الجيرى وهو النوع الأكثر شيوعا من هذا المركّب والأقل نقاءً . كافة أنواع كربونات الكلسيوم سهلة الذوبان فى الأحماض المعدنية المخففة أو فى أحماض عضوية مثل الخل الذى تحدث عن تأثيره ظاهرة التجوهر لسهولة تمييز الحجر .

٣ — كبريتات الكلسيوم — (كا كب ا$_٤$) — توجد على هيئة بلورات مبططة مدببة مخلوطة بماء التبلور ومعادلته الكيميائية « كا كب ا$_٤$. ٢ يد$_٢$ ا » . وتسمى السيلينايت[٢] وتوجد بحجم كبير ذات نسيج ليفى حريرى فى حالة الجبس الذى هو بنفس تركيب السيلينايت ويستخرج منه بياض باريس .

٤ — الالومينا — « أل$_٢$ ا$_٣$ » — وهى الثانية فى الترتيب للسليكا فى انتشارها فى قشرة الكرة الأرضية ، ويوجد ٢٥ فى المائة من هذا الأوكسيد (ثالث أوكسيد الألومنيوم) فى الطين الاعتيادى وتوجد فى معدن البوكسايت[٣] متحدة مع الحديد وتوجد منفردة فى حالة الكُورَنْدَم المستعمل نوعه الغير نقى المسمى الحفاف[٤] فى الصنفرة ، ودرجة صلابته ٩ ، ولا يذوب أوكسيد الألومنيوم الذى فى حالة معدنية لا فى الماء ولا فى الأحماض .

٥ — كربونات المغنسيوم — « مغ ك ا$_٣$ » — تشابه جميع مركّبات المغنسيوم من الوجهتين الكيميائية والطبيعية لمركّبات الكلسيوم ولكن بما أن المغنسيا « مغ ا » قاعدة أقل قوة من الجير « كا ا » فان مركّبات المغنسيوم تتكون بسهولة وكذلك تحلّ بسهولة ، وتوجد هذه الكربونات بكمية محدودة على حالة انفراد من معدن المغنسايت[٥] وبكمية كبيرة فى الدولومايت وهو الحجر الجيرى المحتوى على كربونات كل من المغنسيوم والكلسيوم مختلطة مع بعضها .

---

(١) Calc-spar. (٢) Selenite. (٣) Bauxite. (٤) Emery. (٥) Magnesite.

٦ — **مركبات البوتاس والصودا** — تشبه مركّبات كل من هاتين القاعدتين للأخرى كل الشبه وكلها تذوب فى المـاء[1] ولذا فيندر وجودها بكميات كبيرة على حالة صلبة . وأشهر المركبات هى كلوريد الصوديوم « ص كل » وكلوريد البوتاسيوم « بو كل » وكربوناتهـما « ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ » ، « بو$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ » وكبريتاتهما أى السلوفات « ص$_{٢}$ كب ا$_{٤}$ » و « بو$_{٢}$ كب ا$_{٤}$ » ثم أن مركّبات الصوديوم أعم فى الاتحاد مع الأجسام من الأخرى .

٧ — **مركبات الحديد** — المشهور منها هى البايرايت أو المـاركازايت المركّبة من الكبريت والحديد، وأما الأوكسيدان المتداخلان فى تركيب مواد البناء فهما أوكسيد الحديدوز « ح ا » وأوكسيد الحديديك « ح$_{٢}$ ا$_{٣}$ » ويعطيان الألوان الطبيعية للحجارة وأنواع الطين، فيوجد الأول فى كربونات الحـديدوز « ح ك ا$_{٣}$ » ويكون كقاعدة له تأثير الجير والمغنيسيا ، والثـانى هو خام الحديد المسمى هياتايت وأحيانا يكوّن طبقة صدأ على حبيبات بعض المواد .

السّـــليكات

١ — **تركيب السليكات** — يمكننا أن نعتبر السليكات (سليسات) أملاحا لحامض السليسيك . وبمـا أنه توجد عدّة أحماض سليسيكية فمن الطبعى وجود عدّة مجموعات من الأملاح . والأحماض السليسيكية المذكورة هى مركّبات غير ثابتـة مكوّنة من جزء من المـاء أو أكثر مع جزء واحد من السـليكا .

والحوامض السليسيكية هى حامض ميتاسيليسيك «يد$_{٢}$ س ا$_{٣}$» وحامض أورثوسيليسيك «يد$_{٤}$ س ا$_{٤}$» أو «٢ يد$_{٢}$ ا . س ا$_{٢}$» فأملاح الجير من الحامض الأول هى ميتاسليكات الكالسيوم « كا س ا$_{٣}$» ، أما أورثوسليكات الكلسيوم « كا$_{٢}$ س ا$_{٤}$» فهى من الحامض الثانى .

وتوجد بعض قواعد أخرى مثال أوكسيد الحـديدوز والمغنيسيا تكوّن سليكاتا أيضا مثل فعل البوتاس والصودا . وتوجد هذه السـليكات متحدة مع الألومينا، وأما تركيب هذه السليكات فيكون غير ثابت وعليه ففى مثل هذه الحالات تكتب المعادلات الكيميائية للمركبات المذكورة بوضع الرموز الدالة على العناصر بجانب بعضها مثل الحالة فى المعادلة الكيميائية للفلسپار « بو$_{٢}$ أل$_{٢}$ س$_{٦}$ ا$_{١٦}$» والتى يحسن أن تكتب هكذا «بو$_{٢}$ ا . أل$_{٢}$ ا$_{٣}$. ٦ س ا$_{٢}$» .

---

(١) ما عدا بعض سليكات سنذكرها فيا بعد .

٢ — الفلسبار — الفلسبارات مجموعات من المعدنيات وهى جواهر صَفيحية مركّبة من القواعد : البوتاس والصودا والجير متحدة مع الألومينا والسليكا ، ذات لون أبيض معتم أو رمادى عدا بعض الأنواع التى يكون لونها أحمر وردى أو قرنفلى . ونسيج الفلسبارات جيد ودرجة صلابتها بين ٦ ، ٧ (مثل الكوارتز بالتقريب) وثقلها النوعى ٢,٥ .

الفلسبار الأورثوكليز[١] (بو$_{٢}$ ا . أل$_{٢}$ ا$_{٣}$. ٦ س ا$_{٢}$) ويسـمى فلسبار البوتاس، وكلمة أورثوكليز مشتقة من اليونانيـة (Orthos) معناها مستقيم و (Klasis) معناها كسر، ولون هـذا النوع أحمر أكثر من الأنواع الأخرى ويدخل فى تركيب الصخور الحبوبيـة ولذا يوجد فى الجرانيت على هيئـة بللورات نصـف شـفافة مكسورة الزنبة طول البللورة منها بوصتان أو ثلاثة أحيانا وهى متعاشقة مع بعضها بشكل جميل .

الفلسبار المتحلل (بلاچيوكليز[٢]) وهى كلمة يونانية أيضا وفيها (Plagios) معناها مائل . وتحل قاعدتا الصودا والجير فى هذا النوع من الفلسبارات محل البوتاس المبين فى معادلة الأورثوكليز . واذا لم يكن لونهـا أبيض أو رمادى فلا يكون زاهيا . واذا رؤيت من منظار مكبر فترى مجموعات من الخطوط المتوازية وهـذا ما يميزها عن سابقتها ، وعند ما يتحلل تركيبها بواسـطة المياه فتنسحب القواعد منها على هيئة سائل ويتبق طفل أبيض هو سليكات الألومينيوم والمعبر عنه بطين الصينى ، ويأخذ اسم الجهة المشهورة بوجوده بكثرة وهى جبل كاولنج (Kaoling)[٣] فى بلاد الصين فيسمى كاولين[٤] (Kaolin)، وهو هش خشن الملمس أبيض يحتوى على قليل من الرمل ولا يذوب على النار مطلقا ويحفظ لونه الأبيض ولا يفور بالحوامض ، وتركيبه الكيميائى هو جزء ألومينا وجزءان سيليكا وجزءان ماء حسب المعادلة (أل$_{٢}$ ا$_{٣}$. ٢ س ا$_{٢}$. ٢ يد$_{٢}$ ا) .

وهو نتيجة التحلل الذى أشرنا اليه فان الماء باتحاده مع ثانى أوكسـيد الكربون فى الجو يكوّن حامض الكربونك « يد$_{٢}$ ا + ك ا$_{٢}$ ← يد$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ » وبتأثير هـذا على صخرة البـلاچيوكليز ينتج الطين الصينى :

$$\text{٢ يد}_{٢}\text{ك ا}_{٣} + \text{٢ بوأل س}_{٣} \rightarrow \text{ا أل}_{٢}\text{ا}_{٣} \cdot \text{٢ س ا}_{٢} \cdot \text{٢ يد}_{٢}\text{ا}$$

٣ — الميكا — يوجد منها نوعان فى الحجارة وفى أنواع الطين وهما : المسكوفايت[٥] «نسـبة الى مُسكو» وهو ميْكا البوتاس وعلى هيئة أوراق رقيقة شفافة[٦] والثانى هو البايوتايت[٧] أو ميكا المغنسيوم

(١) Orthoclase. (٢) Plagioclase. (٣) معناها القمة العالية . (٤) يعمل الصينى من الكاولين مع فلسبار بوتاس أبيض « بيتونزيه » يستعمل مذيبا للكاولين وتعمل التغطية الخارجية للأوانى من مليسات الخارصين البورقى .
(٥) Muscovite. (٦) استعمله الروس سابقا بدلًا من الزجاج فى الشبابيك . (٧) Biotite. معادلته الكيميائية « بو$_{٢}$ يد مغ$_{٦}$ الـ$_{٢}$ (س ا$_{٤}$)$_{٦}$ » .

الســوداء، وهذان النوعان هما إما ألومينات أو سيليكات القواعد المشار اليهــا . ومن مميزات الميكا انها مكونة من صفائح رقيقة تنقسم الى صُفَيحات لامعة ودقيقة للغاية ثقلها النوعى ٣ ودرجة صلابتها بين ٢ ، ٣ ثم أن المسكوفايت تقاوم التأثيرات الجوية وتوجد منها كية فى صخور الجرانيت لونهـا أبيض أو ضارب للسمرة قليلا ، وأما لون البايوتايت فهو عادة أسمر مائل للسواد . ولا تقاوم الميكا التأثيرات الجوية واذا تحللت قليلا فتغطيها طبقة خضراء اللون نظرا لتكوين الكلورايت .

٤ — **الاوجايت والهورنبلند** [(١) (٢)] — وهى بللورات منشــورية توجد عادة فى الصخور البركانية أو الحبوبية لونها أخضر غامق أو أسود وهى نصف شفافة وتقاوم التأثيرات الجوية كثيرا، وهى إما سيليكات أو ألومينات الحديد والمغنيسيوم والكالسيوم وثقلها النوعى متغير بين ٢٫٩ ، ٣٫٥ ودرجة صلابتها بين ٥ ، ٦ ومن أنواعها الاسبستوس السليساتى .

ألومينات المغنيسيا — « مغ ا. ٢ أل ا٣» حمراء شفافة لا تذوب مع الحرارة الشـديدة ويمكن أن يستعاض جزء الألومين بسيسكوى أوكسيد الحديد وهو أوكسيد الحديديك[(٣)] « ح٢ ا٣» .

سليكات المغنيسيا — وتسمى بالطلق وتوجد فى الصـخور الثعبانية والميكاشيستية أيضـا وهى نوعان : نوع تعمل منه أوانى تحمل الحرارة الشديدة وهو القابل للخرط ونوع أبيض هو الطلق القشرة الذى تعمل منه البودرة .

٥ — **الكلورايت**[(٤)] — هى سليكات المغنيسيا الألومينية توجد فى الأراضى الرسوبية على هيئـة حبوب متوزعة فى الرمال (أتربة) وهى غير متبلورة يخالطها أول أوكسـيد الحديد وأوكسـيد المنجنيز ويطلق عليها اسم التراب الأخضر .

٦ — **الصخرة الثعبانية** — توجد فى الأراضى الرسوبية وهى الباقى من بعـد تحلل أحد الجواهر المعدنيـة المسمى أوليفين[(٥)] ولونهـا الأغلب أخضر داكن وكثيرا ما احتوت على عروق من الحرير الصخرى، وهى إما معتمة أو نصف شفافة درجة صلابتها من ٣ الى ٤ ، وتوجد إما منفردة أو مختلطة مع حجارة جيرية فيتكوّن منها الرخام الموجود فى الأراضى الرسوبية الذى يعمل منه ألواح (سلابز Slabs) وعُمُد ومنه رخام لونه أخضر فستقى تصنع منه أدوات زينة مختلفة الشكل .

---

(١) Augite, (٢) Hornblende. (٣) ويكون حينئذ من أنواع الأحجار الثمينة يباع تحت اسم ياقوت توازى قيمته نصف قيمة الماس . (٤) Chlorite. (٥) Olivine. سمى كذلك لدسامة ملمسه

المعدنيات الداخلة فى تراكيب مواد البناء مع الاختزالات الكيميائية والعناصر المتكونة منها

النوع	الاســم	التركيب الكيميائى	الوزن النوعى	درجة الصلابة	اللون	حالة التكوين
عناصر	الجرافيت	ك	٢—٢و٣	١٠—٢	اسود	كتل
	الكبريت	كب	٢و٠٠	١و٥—٢و٥	أصفر	كتل وبللورات
كبريتورات (سلفيد)	بيرات (كبريتور) الحديد	ح كب	٤و٩—٥و٢	٦—٦و٥	أصفر	كتل وبللورات
	مركازايت	ح كب٢	٤و٦—٤و٩	٦—٦و٥	أصفر خفيف	« «
	بيرات النحاس (كبريتور نحاس وحديد)	نح ح كب٢	٤و١—٤و٣	٣و٥—٤و٠	أصفر	بللورات
	جالينا (رصاص مكبرت)	ر كب	٧و٢—٧و٧	٢و٥٠	أسمر رصاصى	كتل وبللورات
	كبريتو الخارصين (بلند)	خ كب	٣و٧—٤و٢	٣و٥—٤و٠	اسود	« «
أكاسيد	بوكرايت	أل٢ ا٣ ، ح٢ ا٣	—	—	أسمر	طينيــة
	كوريندم	أل٢ ا٣	٣و٦—٤و١	٩	بنفسجى	كتل حبوبيــة
	كاسيتيرايت	ق ا٢	٦و٨— ٧و	٦—٧	أسود	« وبللورات
	ليمونايت	٢ح٢ا٣ ، ٣يد٢ا	٣و٤—٣و٩	٥	أسمر	« ومحبب
	هياتايت	ح٢ ا٣	٤و٥—٥و٣	٣—٥	أحمر لأسود	« وبللورات
	مجنيتايت	ح٣ ا٤	٤و٩—٥و٢	٥و٥—٦و٥	أسود	« ومحبب
	بيرولوزايت	من ا٢	٤و٨	١—٢	أسود	« وطينى
	كوارتز	س ا٢	٢و٦	٧	أبيض وبنفسجى	« وبللورات حبوبية
كربونات	خام الحديد سپاثيك ...	ح ك ا٣	٣و٣—٣و٩	٣و٥—٤و٥	رمادى	كتل وبللورات
	كالسايت	كا ك ا٣	٢و٦—٢و٨	٣	لا لون أو أبيض	« «
	دولومايت	كا ك ا٣ ، مغ ك ا	٢و٨—٢و٩	٣و٥—٤و٥	أبيض	« صخرية وبللورات
	كالامين	خ ك ا٣	٤و٠—٤و٥	٥	«	« ملفوفة
	ويذارايت	با ك ا٣	٤و٢—٤و٣	٣—٣و٥	أبيض أو لا لون	« مندمجة
كبريتات	باريتس	با كب ا٤	٤و٣—٤و٧	٣و٠—٣و٥	« «	—
	الجبس	كا كب ا٤ ، ٢يد٢ا	٠و٥—٤و٥	١و٥—٢و٤	« «	—
سليكات	فلسبار — أورثوكليز	بو٢ ال٢س٦ا١٦	٢و٥—٢و٦	٦	أبيض لأحمر	بللورات متماشقة
	فلسبار — أوليجوكليز	كا ص ال س ا †	٢و٥—٢و٧	٦—٧	« لألوان فاتحة	كتل بللورية
	ميكا مسكوفايت ...	بو يد ال س ا §	٢و٩	٢—٣	عديم اللون أو أسمر	« «
	أوجايت	مغ كا ال ح س ا ٣	٢و٩—٣و٥	٥—٦	أخضر أو أسود	« وبللورات
	هورنبلند	مغ كا ال ح س ا	٢و٩—٣و٥	٥—٦	« « «	« «
	أوليفين	مغ ح س ا	٣و٢—٣و٥	٦—٧	« « بنى	« حبوبية
	كلورايت	مغ ح يد س ا	٢و٦—٢و٩	١—٣	« فاتح الى أسود	« غير منتظمة
	اسبستوس	مغ كا يد س ا	—	—	أبيض الى رمادى	« ليفيــة
	كاولين	ال يد س ا	٢و٢—٢و٦	٢	« « «	« طين

(†) لا يمكن معرفة عدد الذرات المكونة لجزىء من كل عنصر من مركبات هذا الجوهر المعدنى وما يليه .

(§) ممكن أن تكون معادلتها يد٢ بوال٢ (س ا٤) ٣

رمــوز العنــاصــر الكيميائية

العنصر	الرمز	العنصر	الرمز	العنصر	الرمز
ألومينيوم	أل	سيليكون	س	رصاص	ر
بريام (بريوم)	با	سلفر (كبريت)	كب	منجنيز	من
كالسيوم (كلسيوم)	كا	فلورين (فلور)	فل	پوتاسيوم	پو
كربون	ك	أوكسچين	أ	صوديوم	ص
كلورين (كلور)	كل	ايدروچين	يد	قصدير (تنك) Tin	ق
مغنسيوم	مغ	نحاس	نح	خارصين (زنك)	ز
فوسفور	فو	حديد	ح		

الباب الثالث

أنـــــواع الحجــــارة

سنتكلم فى هـذا المبحث على أنواع وتراكيب الحجارة المختلفة المتحصل عليها من الصخور وهى «الحجارة الطبيعية» ومقسمة حسب ما يأتى :

حجارة بركانية	حجارة رسوبية	حجارة ميتامورفية
جرانيت	حجارة جيرية	الاردواز
وما على شاكلته	« رملية	الرخام

الحجارة البركانية — لا توجد بمصر حجارة بركانية ولكن توجد ما تشابهها وهى حجارة صلبة مندمجة الحبوب وكثيرة المقاومة يصعب تشكيلها ، ويتحصل على نوع منها لعمل طرفيات (مجاديل) الأرصفة (تلتوارات) وترابيع لرصف الأرضيات ، والنوع الموجود بقطرنا هو البازلت ويوجد بجهة أبى زعبل والأنجابية والتلال فى شمال بركة قارون ، ويستعمل أيضا مكسّرا فى رصف الطرق . ومن أنواعها البورفير ولونه أخضر أو أحمر أو سنجابى استعمله قدماء المصريين فى تشكيل التماثيل التى تذكرنا بعظمتهم الخالدة أما الآن فيندر استعماله واذا استعمل ففى التكسيات فقط .

السابنايت — أى حجر الصوان هو نوع من الجرانيت الخالى من الكوارتز ذو لون رمادى غامق ضارب للسواد وذلك لوجود كميات عظيمة فيه من طلق الأوجايت ، ونوع الميكا الموجودة به هو البايوتايت .

أما الجرانيت فهو حجر بركانى ولكنه لم يكن أبدا طفحة بركانية بل صخرة تصلبت تدريجيا ولذا فهو بللورى ومركباته الأصلية هى الكوارتز والفلسبار والميكا وأحيانا تكون نسبة الفلسبار ٧٠٪ من الصخرة كلها (وهو مع الميكا من نوع الأورثوكليز والمسكوفايت علاوة على وجود البلاچيوكليز

والبايوتايت بنسب صـغيرة) . ومن العادة أن تكوّن نسـبة الفلسبار متعادلة مع نسـبة الكوارتز فى الجرانيت . وأنواع الجرانيت السهلة التشـكيل هى ما احتوت على نوعى الطلق (أوجايت ، هورنبلنـــد) .

وتنقص درجة مقاومة الجرانيت للتأثيرات الجوّية اذا كان به احدى المعدنيات الآتية :

(١) بيرات الحديد التى تكوّن أوكسيد الحديد من تأثير الجو واذا رؤيت بقع تأكسدية فى حجر ما فيعرف أن التأكسد قد حصل فعلا . (٢) الكلورايت وقد سبق الكلام عليها . (٣) الكالسايت وهى كربونات الجير المتبلورة وتوجد أيضا فى الاردواز ووجودها فى الجرانيت يجعله لينا سهل التشكيل جدا ، وتوجد فى الصخرة الثعبانية .

أنواع الحجـارة الطبيعيـــة

تميـــيزها وترتيبهـا

معظم الحجارة الطبيعيـة المسـتعملة بمصر هى المقطوعة من المحاجر المختلفـة وتدخل تحت نوعى الحجارة الرسوبية وهمـا الحجارة الجيرية والحجارة الرملية . أما حجر الجرانيت فقليـل استعماله فى تشييد البنيان فى بلادنا :

١ — **الحجارة الجيرية** — هى المركبة من كربونات الكلسـيوم « كا ك أ$_٣$ » وتكون تارة نقيـة وتارة مخلوطة مع جواهر معدنية أخرى مثـل السليس والآلومين والمغنيسيا وبعض أكاسيد معدنية وتنحصر هذه الحجارة فى الأنواع الآتية :

(ا) **الحجر الجيرى الاعتيادى** — يوجد هذا الحجر على هيئـة طبقات تكون أحيانا ذات سمك كبير ومنفصلة عن بعضها بوساطة المسـتويات الطباقيـة ولونها ضارب للزرقة الخفيفة وتكون هشة معظمها يكسر الى دبش يحرق لاستعمال الجير .

(ب) الحجر القوفعي — هو من فصيلة الحجر الجيرى[1] الذى استعمل فى بناء الأهرام ، ومثل الحجر المستخرج من مقالع (محاجر) أثر النبي والميمون بحلوان والضويقة ، ومركباته هي :

(أ) ومن فصـيلة هذه الحجارة القوفعية حجارة عمارة بنك الأنجلو اجبشيان بالقاهرة وهي من محاجر مدينة باث (Bath) بجنوب انجلترا ، وقد أتاحت لى الفرص زيارة محاجر مدينة باث وهي كورشام (Corsham) ، كوم داون (Coomb down) ، بوكس (Box) برافقـة جناب مدير شركة أحجـار باث و پورتلاند مستر الفرد تايلور (Mr. Alfred Taylor) فى شهر مايو سنة ١٩٢٦ الذى قام معى خصيصا لتلك الزيارة وقد كان الجو صحوا فى النصف الأول من يوم الزيارة وعليه فلم أتمكن من عمل صور شمسية سوى الاثنتين الواردتين هنا ويظهر فى الصـورة الأولى (شكل ٥) إحدى الكتل التى تستخرج من الحجر على عمق ٩٠ قدما ويظهر فيها (Mr. Taylor) مقارنا ارتفاعه بارتفاع الكتلة المذكورة وسمكها هو سمك الطبقـة الرسوبية وطولها هو المسافة بين الشقوق الرأسية فى الطبقة المذكورة وبذا يسهل استخراجها بواسـطة الأسافين ويظهر فى الصورة الثانية (شكل ٦) عربة الترولى بعـد أن صعدت من قاع المحجر محملة بثلاثة حجارة منها اثنان صغيرتان وتجر على المنحدر بواسطة سلك ملفوف على بكارة آلية ويجرها بعد ذلك أحد الجياد المعدة لذلك ويوجد بقاع المحجر ممرات كثيرة يمر بكل نفق منها شريط الترولى وتستعمل الخيـل لسحب العربات فى داخل هذه الممرات وهي تعيش فى هذه المحاجر . وطريقة قطع الحجارة هناك مماثلة للطريقـة المستعملة فى محاجر المعصرة ، وترفع تلك الكتل بعد فصلها عن أبيها بواسـطة ونشات متنقلة يثبت صاريهـا (لحالها) فى الأرضـية من أسفل وفى سقف الممر من أعلى ، ويشعر الانسان برطوبة عظيمة لأول نزوله فى المحجر المذكور . ويتسقط النور لهـذه الممرات من فتحات اسطوانية فى قلب الصخر نافذة من سطح الأرض ومغطاة بشبك معدنى للوقاية . وقد زرنا الورش التى تشكل هذه الأحجار للشكل المراد حيث من ثم ترسل فتوضع فى المكان المعـد لهـا فى البناء . وتجد حجارة محاجر باث مستعملة فى معظم أنحاء انجلترا وقد بنيت منها كنيسة القديس بولس (St. Pauls Cathedral) ووزن القدم المكعب منها ١٣٠ رطلا .



(شـــكل ٥)



(شـــكل ٦)

كربونات الكلسيوم	٩٤,٥٢
« المغنيســيوم	٢,٥٠
حــديد ، آلومينا	١,٢٠
ماء مفقـــود	١,٧٨

(حـ) **الحجارة الدولوميه** — هى حجارة مغنيسية مكونة من كربونات الكلسيوم والمغنيسيوم مختلطة مع بعضها وتكون مركباتها بالنسب الاتية :

كربونات الكلسيوم	٥٤,٨٧
كربونات المغنيسيوم	٤٣,٠٧
آلومينا ، أوكسيد حديد	٠٠,٧٣
ســليس (ســليكا)	٠٠,٥٦
ماء مفـــقود	٠٠,٧٥

ومثل هـذه الحجارة هى الحجارة المســتخرجة من تلال عيون موسى خلف القاهرة ومن محاجر الخايوه قبلى العيساوية .

وتتأثر الحجارة الجيرية من جو البــلاد الصناعية الذى يحمل ثانى أوكسيد الكربون ، فبتوالى الزمن تحلل وتتفكك وتتحول الى مادة قابلة للذوبان فى المـاء وهى ثانى كربونات الكلسيوم ، فانه باتحاد ثانى أوكسيد الكربون مع المـاء « يد$_{٢}$ ا ك ا$_{٢}$ » يتكون حامض الكربونك « يد$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ » وتكون نتيجة التفـاعل :

كا ك ا$_{٣}$ + يد$_{٢}$ ا + ك ا$_{٢}$ ← كا يد$_{٢}$ (ك ا$_{٣}$)$_{٢}$ وتتأثر هذه الحجارة أيضا من حمض الكبريتيك .

٣ — **الحجارة الرملية** : هى المتكونة من ذرات من الكوارتز متجمعة مع بعضها بمـادة لاصقة وهى الســليس[١] أو الألومينا أو كربونات الجير أو المغنيســيا أو إحدى أكاسيد الحـديد وقد لا توجد هذه المـادة السمنتية فى بعض الحجارة انما تكون حبوبها مندمجة جدا ومتماسكة ، و بمـا أن الكوارتز لا يتأثر من الجو فتتوقف متانة الحجر الرملى إذن على نوع المـادة السمنتية وعلى شكل ذرات الكوارتز وعلى مقـدار قابلية امتصاص المـاء ، وما الألوان الأصفر والأحمر والأسمر للحجارة الرمليـة سوى نتيجة وجود أوكسيد الحـديد الايدراتى فى هذه الحجارة كمادة لاصـقة لجزيئاتها الكوارتزية ،

(١) حمض السليسيك هو أحسن مادة لاصقة « سمنتية » وتركيبه الكيميائى (يد$_{٢}$ ا)س . (س ا $_{٢}$)س .

ثم ان رخاوة هذه الحجارة تنشأ من وجود الألومينا، أما اذا احتوت على ميكا فانها تكون طبقات بين حبوب الكوارتز وبعضها وعليه فيمكن رؤية المستويات الطباقية فيها .

وتقاوم الحجـارة الرملية المنـدمجة الحبوب التأثيرات الجوية بدرجة عظيمة ثم أنهـا تقاوم التغيير السريع (الفجائى) للحرارة والبرودة — ويؤثر وجود بيرات الحـديد فى الحجارة الرملية على درجة نقائها وكذا وجود كربونات الحديد (ح ك $أ_٣$) والألومين (الذى هو العامل الوحيد لليونة فى الحجارة) .

الحجـارة الميتامورفيـــة

الرخام — هو كربونات الجـير التى تبلورت من رسوبها فأعطت للـادة اندماجا فى الجسم يجعلها قابلة للصقل ويزيدها قوة وصلابة، وهو عرضة للتأثر من الجو المحتوى على أحماض مثل جو المدن الصناعية . ويتغير لونه تبعا لوجود الحديد به، فاللون الأسمر أو الأحمر ناشئ من وجود أوكسيد الحـديديك الايدراتى، واللون الأخضر من وجود الحديد متحدا مع السليكا فى الجوهر المعدنى جلوسونايت(١) واللون الأسود ناتج من وجود مواد عضوية مشتقة من حجارة جيرية بيتوميئية وتحتوى أيضا على كبريتور (سلفيد) الحديد .

الالبستر — هو نوع من الرخام اسمه المرمر غير أن معظمه هو حجر الجص وهو كبريتات الجير الايدراتى (كا كب $أ_٤$. ٢ يد$_٢$ أ) وهو لين يخطط بالأظافر ويستحيل الى غبار أبيض ونسيجه مكون من صفائح رقيقــة متى كان متبلورا، ويفقد ماءه اذا عُرِّض لدرجة حرارة لطيفة ويستحيل الى جسم أبيض معتم هو الجص الذى اذا اتحد بالمـاء ثانية (عملت منه عجينة) تكونت كتلة بللورية صلبة . وأنواعه هى الالبستر (المرمر) وهو جص منـدمج على هيئة كتل صفيحية شـديدة البياض ونصف شفافة، وأيضا السيلينايت(٢) وهو ما يسمى بالجص العدسى تبعا لشكل نسيجه (والكلمة اليونانية "Selene" معناها القمر أى المستدير) وكذلك منه الجص الحريرى(٣) .

الاردواز — أو الشيست الاردوازى مركب من السليس والألومين وأوكسيد الحديد والمغنيسيا والبوتاس والمـاء .

---

(١) Glauconite (٢) Selenite (٣) Satinspar

تميز أنواع الحجارة عن بعضها

يمكن تمييز أنواع الحجارة عن بعضها بالأوصاف الآتية :

١ — رقة الحبوب — أى أن حبوب هذه الحجارة تكون دقيقة الوضع صغيرة .

٢ — التجانس — أى أن جميع أجزائها تكون من نوع واحد حتى تكون الكتلة قطعة واحدة .

٣ — سهولة التشغيل — يكون من الصعب تشكيل الحجارة الصلدة حسب الارادة ولذا تكون غالية القيمة لأنها تحتاج الى مصاريف كثيرة وذلك مثل حجر الصوان وأما اذا كان الحجر سهل النحت فيمكن تشكيله للوضع المطلوب وبذا يكون رخيص القيمة .

٤ — قابلية التماسك بالمونة — أى أن أسطح الحجارة تكون خشنة تقبل الالتصاق بطبقات المون المستعملة بخلاف ما اذا كانت ناعمة فتنعدم هذه القابلية .

٥ — مقاومتها للكسر والتفتت — وهو كلما كان الحجر صلبا متماسك الأجزاء كلما كان استعماله آمن لتحمل مقدار كبير من الضغط .

٦ — عدم التأثر من التأثيرات الجوية — تقاوم بعض الحجارة التأثيرات الجوية بشدة ولذا تعيش كثيرا ، ويتأثر البعض الآخر فتتفكك أجزاؤها وتكون قليلة القيمة .
وتحتوى المواد المنتشرة فى الجو على بعض أحماض منها حمض الكربونيك وحمض الكبريتيك وحمض الأزوتيك وهذه تنتشر فى المدن الصناعية بكثرة ولذلك يشاهد تحلل وتفتت الأحجار المبنى بها فى جو هذه المدن ، ويؤثر ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الجو على الحجارة المحتوية على كميات قليلة من الحديد ويحدث نفس التأثير المتقدم . أما اذا كان الجو نقيا فتعيش هذه الحجارة وتحفظ أشكالها لمدة طويلة — وللأمطار تأثير على الحجارة أيضا وكذا الرياح فاذا كانت قوية وتحمل معها بعض مواد رملية خصوصا فى الجهات المجاورة للجبال والصحارى فان المادة الرملية تعمل عمل الصنفرة فتزيل من أوجه الحجارة طبقات شيئا فشيئا ، وإذا كان الريح لطيفا فانه يزيل الأتربة الموجودة على واجهات المبانى .

٧ — تغيير درجات الحرارة والبرودة — ولو أن هذا التغيير لا يُحدث تمددا أو انكماشا محسوسا إلا أن الحجارة المعرضة للشمس تعيش أكثر من المعرضة للرطوبة ولا يمكن استعمال أى حجر بحيث يكون من إحدى جهتيه معرضا لحرارة عظيمة ومن الأخرى لبرودة شديدة .

٨ — **مقاومة الحجارة** — تتوقف مقاومة الحجارة (للحمل المتأثرة به) على صلابتها ويلزم أن لا يزيد الضغط المؤثر على أي نوع من الحجارة عن من $\frac{1}{10}$ الى $\frac{1}{20}$ من الضغط الساحق لها :

فالحجارة الجيرية تتحمل ضغطا قدره ٦٠ طن على القدم المربع .

والحجارة الرملية تتحمل ضغطا يتراوح بين ١٠٠ و ٥٠٠ طن على القدم المربع .

والحجارة الجرانيتية تتحمل ضغطا يتراوح بين ٧٠٠ و ١٢٠٠ طن على القدم المربع .

ترتيب الحجارة

صلابة الحجارة ومقاساتها ووضعها فى المبانى، وتركيبها واندماجها تجعل لها خواص مميزة بالنظر لفن إنشاء المبانى ويمكن تنويعها مرتبة كما يأتى :

١ — **الحجارة المتينة** — وهى التى يمكن تقسيمها بالمنشار العارى عن الأسنان وبمساعدة الرمل والماء .

٢ — **الحجارة الرخوة** — وهى التى يمكن تقسيمها بالمنشار ذى الأسنان .

تسمية أنواع الحجارة حسب حجومها

(ا) **حجارة الآلة** — هى أكبر الحجارة فى المقاس ولا يقدر العامل الواحد على زحزحتها من محلها، وتكون أولا غشيمة وتسمى كتلا، واذا صُلّحت ونحتت سميت إما حجارة عجالى أو دساتير (جمع دستور) وتستعمل فى بناء الحيطان الحجارى .

(ب) **الدبش** — حجارة الدبش هى الأقل مقاسا من حجارة النوع الأول وتسمى بأسماء كثيرة حسب مقاساتها وحسب ما اذا كانت مصلّحة فنها الثلاثات العادى والبناوى والأربعات الخ. والدبش الغير مصلّح يكون إما دبش عجالى وهو ذو الحجم الكبير أو ما يسمى بالحلوانى وهو الدبش الصغير الذى لا يزيد أكبر جزء منه عن ٢٠ سنتيا .

(ح) **الرفشوم** — وهى الحجارة الأصغر من الدبش الحلوانى .

(ء) **الكلفة** — وهي تلك الشطف والأجزاء الصغيرة التى تنشأ من كسر وتصليح الحجارة .

الباب الرابع

المحاجر

يطلق اسم محجر على الحفرة التى تستخرج منها الحجارة المستعملة فى المبانى المختلفة ، ويوجد بالقطر المصرى محاجر متنوعة ومختلفة فى الوجهين البحرى والقبلى .

محاجر الوجه البحرى

محاجر المكس — وهى أشهر المحاجر بالوجه البحرى واقعة بجهة المكس غرب مدينة الاسكندرية فى البرزخ الواقع ما بين بحيرة مريوط والبحر الأبيض المتوسط ، وتستعمل الحجارة المستخرجة منها فى بنايات المدينة المذكورة وقد استعملت سابقا فى أشغال شركة قنال السويس ببور سعيد وفى ميناء الاسكندرية سنة ١٨٥٩ ميلادية .

وحجارة المحجر المذكور رخوة كثيرة المسام وخفيفة ولا يزيد وزن المتر المكعب منها عن ١٩٤٠ كيلوجراما ولونها أبيض ضارب للصفرة ، ويُرى أن الطبقات العليا بالمحجر أصلب من الطبقات السفلى إلا أنها لا تعيش كثيرا فى الهواء وهذه الطبقات سهلة القطع كما شاهدناها برحلة عام ١٩١٧ ، ويستخرج من الطبقات السفلى حجارة نحت لا بأس بها ومنظرها مقبول وذات أبعاد مناسبة إلا أنه يخشى من وضعها فى الأبنية المعتنى بها لأنها بمرور الزمن تتساقط منها طبقات على هيئة أتربة (بالعامية تقشر) ويمكنها أن تعيش فى الماء ويبلغ مقدار ما تمتصه من الماء ١٧,٥٨ ٪ .

محاجر جبل جنيفة — يوجد جبل جنيفة بالقرب من المدينة المسماة بهذا الاسم ومحطتها على السكة الحديدية الموصلة للسويس وسكة المحاجر بالقرب من محطة جنيفة وكانت شركة قناة السويس هى البادئة باستعمال هذا المحجر سنة ١٨٥٩ م . لانشاءاتها ، ولون حجارة المحجر المذكور جميل مائل للصفرة متجانس الحبوب ، وحبوبه قليلة الانضمام لبعضها وهى سهلة النحت ، وتعتبر أقل قيمة من حجارة المحاجر المجاورة للقاهرة . ويوجد الرخام بهذا المحجر أيضا .

محاجر السويس — استعمل أهالى مدينة السويس حجارة لمبانيهم من محاجر جبل جنيفة عند ما تغير خط السكة الحديدية الذى كان ممدودا بالصحراء من القاهرة للسويس وكانوا فى ذلك الوقت يستوردون حجارة من (الربيكى) و (الأبيض) وهما محطتا ٩ و ٨ بالسكة الأولى المذكورة .

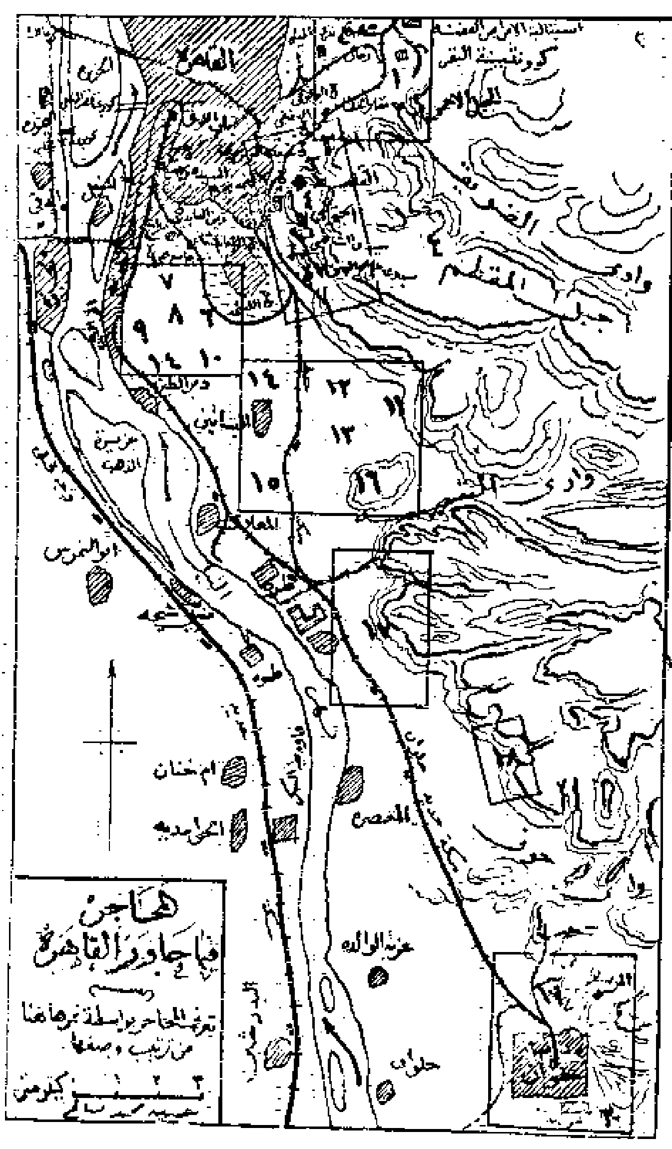
محاجر عتاقة — وهي بسلسلة جبال عتاقة . تستخرج أحجارها الآن لأبنية مدينة السويس وقد استعملت أحجارها في ميناء السويس وهي سليسية صلبة جدا وتستورد بطريق صنادل ترسو عند الشاطئ مقابل هذه المحاجر تفرغ فيها عربات سكة حديدية بواسطة العيارات، وتسير من تلقاء نفسها من المحاجر للشاطئ وذلك بانحدار محسوب .

المحاجر التي بجوار القاهرة

المركز الأعظم للمواد المستعملة في عمارات القاهرة هو سلسلة جبال المقطم وذلك من عام ٣٦٠ ﻫ موافق عام ٩٧٠ ميلادية . وعلى طول هذه السلسلة محاجر سميت بأسماء المناطق الموجودة بها وتستورد أحجارها بغاية السهولة بالنسبة لكثرة طرق المواصلات . ويرى الموقع الجغرافي لهذه المحاجر بالخريطة المبينة (بشكل ٧) .

وعلى العموم يكون الحجر أكثر صلابة كلما كان من طبقات أقرب من قمة الجبل وكلما كان معرضا زمنا طويلا للتأثيرات الجوية ، ولبيان ذلك يلاحظ أن الحجارة الجيرية لجبال مصر تحتوي على كميات من السليس وعلى سليكات قلوية ، وبتوالي جفاف الهواء ورطوبته تنجذب المواد المذكورة جهة السطح شيئا فشيئا ثم يثبت هذان العنصران في الحجارة ، وتصل صلابة الحجر الى سمك كبير أو صغير .

وجميع المحاجر الموجودة فيما جاور القاهرة هي كما ذكرنا في جهة جبل المقطم الغربية وتبتدئ من جهة شمال شرق القاهرة بمحاجر الجبل الأحمر حتى محاجر جبل الميمون جنوبي مدينة حلوان (الجديدة) .



(شكل ٧)

وادي حوف (بالخريطة) نسبة الى مكتشفه هوف الألماني وذلك عن الدكتور أحمد بك صادق الجيولوجي المصري .

و يمكننا تقسيم جميع هذه المحاجر الجديدة الى سبعة مناطق[١] حسب الشهرة التى أطلقت على أنواع الحجارة المختلفة وتحتوى كل منطقة على عدد من المحاجر ، وأشهر هذه المحاجر هو ما سيرد ذكره وهى :

(١) الضُّويّقة . (٢) الجيوشى . (٣) أثر النبى . (٤) البساتين . (٥) طره . (٦) المعصره . (٧) حلوان .

محـاجر الضُّوَيّقــــة

يقع الجبل الأحمر فى الشمال الشرقى لمدينة القاهرة وهو جبـل ذائع الشهرة ذو لون أحمر يشرف على جهة العباسية ، ويتصل هذا المحجر بواسطة السكة الحديدية بمحطة القاهرة و بالخطوط العمومية أيضا وجميعها منتشرة فى الوادى الواقع شرق مقابر الخلفاء وعزبة البرقوق وتقع كورنتينة البقر فى وسط هذا الوادى وشماليه مستشفى الأمراض العفنة ومستشفى الأروام .

والجزء المتحصل منه على رمال تصلح فى عمل مون جيدة ومشهورة برمل العباسـية هى المنطقة التى تقع جنوبها عزبة وابور شركة مياه القاهرة وغربها الاسبتالية الفرنساوية وشمالها مستشـفى الأروام وهى عبارة عن تجاويف عميقة فى الجنوب الغربى للجبل الأحمر المذكور .

ويسمى الوادى المذكور آنفا وادى الضويقة ، والحجارة المستخرجة من هذه المحاجر هى حجارة جيرية بيضاء مندمجة الحبوب قوقعية قليلا و يحضّر منها دبش للبناء ودبش لحرقه واستخراج الجير منه .

وتوجد طبقة فى هذه المحاجر أحجارها سليسية صلبة جدا لونها ضارب للاسمرار المستمد بالحمـرة وهى حجارة من نفس محاجر الجبل الأحمر نفعها عظيم فى المبانى .

و يستخرج من محاجر الضويقة حجارة للبناء يمكن الحصول عليها بالمقاسات الآتية :

عجـالى	٩٠	×	٣٥	×	٦٥	سنتيمترا
دستور	٦٠	×	٣٥	×	٥٠	«
ثلاثات	٦٥	×	٢٠	×	٣٠	«
أربعات...	١٢	×	١٢	×	٤٠	«

محـاجر الجيـــوشى

وهى المنطقة الثانية وتقع جنوبى المنطقة الأولى وتحتوى على المحاجر الآتية :

(١) المغربية — وهى فى واجهة جبل المقطم أيضا وجنوبى محاجر الضّويقة وتقع فى الشرق تمـاما الى ما وراء أكمات التـلال التى فى شرق قرافة المجاورين و يكون جامع سـيدى العفيفى فى شمالها ،

(١) الدكتور هيوم (Dr. Hume) .

ويصل اليها فرع سكة حديد يأتى من الشمال جهة باب الفتوح غرب جبانة المجاورين وينعطف عند كيلو نمرة ٨٠ من سكة حديد المحاجر الأصلية والتى تقع فى حضن السكتين جبانة المجاورين .

وتُقلع الحجارة من هناك بواسطة الأسافين واللغم، وهى لينة بيضاء وتستخرج بالمقاسات الآتية :

حجر دستور ... ... ١٢٠ × ٢٥ × ٢٥ سنتيمترا

إثنا عشرات ... ... ٥٠ × ٢٥ × ١٥ «

ثلاثات ... ... ٥٠ × ٣٥ × ١٥ «

وبما أن هذا المحجر قريب من الجبانة فتستخرج منه أرضية وجوانب وأطراف وغطاء وتركيبة وشاهدى المدافن ، ويمكن الحصول منه على قطع أحجار مقاسها ١٥٠ × ٣٠ × ٢٠ سنتيمترات وهى مجاديل لغطاء منزل المدافن وعلى بلاط مقاس ٥٠ × ٥٠ سنتيمترات وتستخرج أيضا منه حجارة لحرقها لاستخراج الجير .

(٢) محجر الجبل الابيض — هو فى جنوب محاجر المغدسة وفى واجهة جبل المقطم ويقع فرع السكة الحديد فى غربه أيضا وأحجاره صلبة نوعا دقيقة الحبوب ويتحصل منه على دبش وأحجار ثلاثات ودستور وأربعات واثنى عشرات .

(٣) محجر زاوية نصره — هو فى جنوب الجبل الأبيض لغاية قلعة الجبل للشرق من جامع المغاورى وأحجارة على الأرجح فى أحسن موقع بالنسبة لقربه من القاهرة ولكنه أقل درجة من المحاجر الواقعة فى جنوبه وحجره صلب لونه أبيض مائل إلى الصفرة ويستخرج منه الثلاثات والدستور والدرج والدبش .

(٤) العمارة — وهى المحاجر التى تقع جنوبى جامع سيدى الجيوشى ومقام الأسباط وسيدى شاهين وغربها جامع سيدى الشاطبى وسيدى السامع وسيدى القارى بالقرب من محطة المواصلة وجنوبها مقام سيدى على أبو الوفا وسيدى عبد الله بن جمر وذلك عند اتصال منحنى السكة الحديدية من باب اللوق بمستقيم السكة الحديدية من طره وتقوم أفرع سكة حديد لداخل هذه المحاجر من محطة المواصلة .

ويستخرج الدبش من الطبقات العليا بالمحاجر وأما الثلاثات فمن الطبقات السفلى وأحجاره صلبة لا بأس بها وتستخرج منه الأحجار الآتية ذات اللون الضارب الى الصفرة :

حجر ثلاثات عاده	٥٠	×	٣٠	×	١٨	سنتيمترا
« « بناوى ناشف	٦٠	×	٢٥	×	٢٠	«
حجر دستور صنف أول	٦٠	×	٤٥	×	٣٥	«
« « « ثانى	٦٠	×	٥٥	×	٣٥	«
حجارة كبيرة عجالى	١٠٠	×	٦٠	×	٤٠	«
ترابيع حجارى للأرضية	٥٥	×	٥٠	×	١٥	«
حجـارة تلتـــوار	١٨٠	×	٣٥	×	٢٠	«

محـاجر اثر النـــبى

وهى أول المحاجر شمالا المبتدئة من جنوب القاهرة وتقع فى المنطقة التى تحدها شمالا مقابر المماليك فمعمل المدابغ فالسلخانة وغربا من جامع عمرو لغاية دير الطين وجنوبا من دير الطين لغـاية حدودة ناحية البساتين وشرقا بجبانات الإمامين، ومحاجرها الشهيرة هى :

عين الصيرة — ومحاجرها بجوار محطة عين الصيرة على فرع سكة حديد الجبل الآخذ من محطة باب اللوق وأحجارها صفراء اللون قليلا ولكنها طرية ويستخرج منها الدبش والجير . ويمكن الحصول منها على حجارة ثلاثات وحجارة بطيح وترابيع وأيضا كسارة للخرسانة ، وتوجد هـذه المحاجر شرقى سكة حديد الجبل .

أبو السعود — هذه المحاجر واقعة جنوبى فرع سكة حديد الجبل الموصلة لعين الصـيرة وبمنطقتها جامع أبو السعود وجنوبيها معمل المواد البرازية ، ويستعمل دبشها فى عمـل الدكات بشوارع القاهرة لأنها حجارة لينة .

بطن البقرة — هـذه المحاجر فى شرق مصر القديمة وأغلب منطقتها مغطاة بردش أنقاض المدينة القديمة وسمكها فى الغالب ثلاثة أمتار وأحجارها المستخرجة صلبة ذات لون أصفر، وتستخرج منها حجارة للجير . وتقع المحاجر المذكورة فى الجنوب الغربى لعين الصيرة .

أثر النبى — وهى فى الجنوب الغربى لمحاجر بطن البقرة ويرى بجوارها طواحين هواء قديمة يقال إنها من مدة نابليون وهى فى شمال الجهة المسماة بأثر النبى نحو الشرق وأحجارها المتنوعة من نوع جيد ترن بالطرق عليها ولو صقلت أوجة الأحجار المنحوتة لكان منظرها لا بأس به .

المطبور — تقع هذه المحاجر فى الجنوب من جبانات الإمامين وحجارتها أجود من حجارة بطن البقرة مندمجة الحبوب كثيرا و يمكن الحصول على حجارة نحت بجميع أنواعها ودستور وثلاث ودبش .

محاجر البساتين

توجد هذه المحاجر بالقرب من مقبرة الاسرائيليين فى وادي التيه وهو الذى يفصل جبل طره من سلسلة جبال المقطم وتنقل حجارته بواسطة السكة الحديدية الرئيسية من حلوان لباب اللوق ، وتوجد فى الشمال الشرقى لناحية البساتين محاجر أحجارها جيدة كثيفة مندمجة الحبوب ترنّ عند الطرق عليها وتستخرج منها كتل مقاساتها ١,٤٠ × ١,٠٥ × ٠,٤٥ مترا ، ١,٢٠ × ١,٠٥ × ٠,٤٦ مترا وأيضا أحجار تلتوار (طرفيات) بطول لغاية ١,٠٥ مترا ودساتير وثلاثات وعجالى وقوائم الخارجات «البلكونات» ومقاسها قبل التشكيل ١,٣٠ × ٠,٣٠ × ٠,٢٥ مترا .

جبل هيصم — تقع هذه المحاجر فى الشمال الشرقى لمحاجر البساتين وحجارتها كالسابقة .

جبل المسهر — وهو شرقى محاجر جبل هيصم وتستخرج منه حجارة دستور وعجالى وثلاثات وهى صلبة بللورية سليسية وتعمل منه حجارة مسن .

دير الطين — وهو بجوار المحطة الواقعة على خط حلوان وشرقى الجبخانة القديمة ويستخرج منه الدبش .

التبليطه — تقع هذه المحاجر شمال ناحية البساتين وتستخرج منها طرفيات للتلتوار ، غير أنه يوجد محجر تقطع منه حجارة ثلاثات ودستور ودرج سلم وحجارته صلبة كلسية صدفية مندمجة ورمادية اللون .

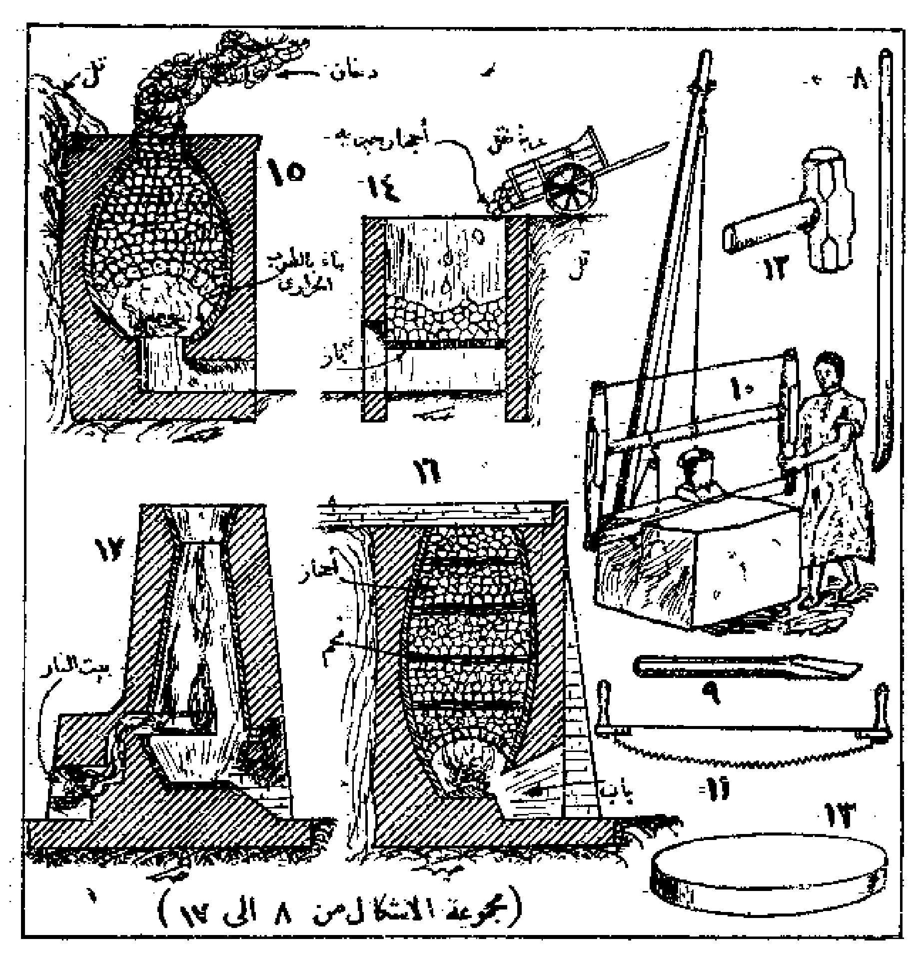
النهاشمى — وهو فى الجنوب الشرقى لناحية البساتين فى سهل وادى التيه وتستخرج منه حجارة جيدة للبناء وهى دساتير مقاسها ٩٠ × ٦٥ × ٣٠ سنتيمترا ، ٦٠ × ٣٥ × ٣٥ سنتيمترا أيضا وتحمل حجارته العوارض الجوية وربما أكثر من حجارة طره البيضاء . و يستخرج منه أيضا الثلاثات والعجالى والأعمدة المسماة «حريرى» .

محاجر طـــره

وهى أقدم المحاجر المجاورة للقاهرة لأن حجارة الاهرامات مستخرجة منها ، وبداخل هذه المحاجر سراديب داخلة فى جوف الجبل لامتداد طويل وقد أخذت منها حجارة للقناطر الخيرية عام١٨٤٦م.
وتوجد سكة حديدية ممتـدة من المحاجر لنهر النيل لتعبئة المراكب بالأحجار المقطوعة من هـذا المحجر . وهى مستعملة فى كثير من الجهات و يتراوح لونها بين الرمادى والأبيض والأصفر .

محـاجر المعصـــرة

وهى فى الشرق لمحطة المعصرة وتبعد نحو الكيلو مترين منها لجهة التلال ، و بعض المحاجر محفور بالنزول فى باطن الأرض والبعض فى الجرف، وتنقل الحجارة من هذا المحجر لمحطة طره بواسطة الجمال كما شاهدنا ذلك فى رحلتنا العلمية عام١٩١٧ . والنشاط الصناعى فى محاجر هذه الجهة آخذ فى الازدياد، ويستخرج من هذه المحاجر مقدار عظيم من البلاط يتحصل عليه بواسطة فصل كتلة كبيرة من المحجر



(مجموعة الاشكال من ٨ الى ١٧)

(أشكال من ٨ الى ١٧)

و بمساعدة العتل (شكل ٨) والأسافين (شكل ٩) فتنفصل هـذه الكتلة عن أبيها بغاية السهولة ثم تعلم وتنشر بالمنشار العارى عن الأسنان والرمل والمـاء (شكل ١٠) اذا كانت صلبة قليلا أما اذا كانت لينة فتنشر بالمنشار العادى (شكل ١١) وذلك بواسـطة عاملين مقابل بعضهما . وقـد وجدنا أن بعض طبقات هذه المحاجر تحتوى على حجارة جبسية ولكن ليست بكثرة وشكلها بللورى . والبلاط المستخرج أجوده ما كان من الطبقات الموجودة تحت سـطح الأرض وذلك كما أفهمنا العمال لأنهـا لا تزال تحتوى على مياه المحجر ولو غسلت بالمـاء العذب تكتسب نعومة وتصقل .

وقد شاهدنا اسـتخراج مجاديل درج سـلم قطاعها مستطيل تشق بواسطة المناشـير على شكل باذنجانه فى نفس المحجر .

وشاهدنا فى بعض نقط من هـذا المحجر طبقات لونها رمادى قليلا يقطعون منها حجارة دستور وثلاثات ودرج السلم والبسطات والبلاط . وهنالك نقط أخرى يستخرج منها دبش .

محـاجر حلوان

شاهدنا أن هـذه المحاجر تقع فى المنطقة ما بين غرب الرصـدخانة وشرق سـكة حديد حلوان المعدة لنقل البضائع . والمنطقة عبارة عن هضبة منخفضة فى حضن الجبل وهى المحاجر لمدينة حلوان ، واستخرجت منها الأحجار البيضاء اللينة التى استعملت فى بناء المدينة المشهورة .

فالحجارة التى فى الطبقـة العليا صلبة سليسية يتحصل عليها بواسطة نسف الصخور والبعض منها يحرق لأجل استخراج الجير منه ، وأما الطبقة السـفلى فتقطع كتلا كتلا بالأسافين وتنشر لعمل ترابيع البلاط أو على شكل منشورات رباعية تعمل منها برامق درابزينات وبلكونات ، وأحيانا تعمل ترابيع وتفرغ منها أشكال حليات لتحل محل البرامق ولكنها لا تحتمل العوارض الجوية فتتقشر وقد شاهدنا هذا المثل كثيرا عندما جبنا المدينة وخصوصا عنـد ما رفعنا جزءا منها وقد زرنا المحاجر الشرقية أيضا وهى جنوبى المرصـد الفلكى وشرق الطريق الموصـل اليه ولكن حجارتها رديئة ومهملة . وتوجد جهة الجنوب من المدينة محاجر غير مهمة تستخرج منها كميات قليلة من البلاط وبجوارها قمينة لحرق الجير تشتغل على هذا المحجر .

محاجر الجمهوريه — وهى فى جنوب مدينـة حلوان ، حجارتها بيضاء قوقعية قليـلا وحبوبها متجانسـة يقرب شكلها من حجر البلاط فقط تقاوم أكثر منـه ولكنها على العموم لا تمكث كثيرا فى المبـانى .

مقاسات الحجـــارة

جـــدول يبين مقاسات مختلف الحجارة المستعملة فى البنـاء

الحجـر والمحـجر	المقـاس بالسـنتيمتر	
عجالى كبير (كتل) من الضويقة أو البساتين أو أثر النبي أو هيصم أو هاشمى ، أو الجيوشى	١٦٠ × ٤٥ × ٣٥ ١٤٠ × ١٠٥ × ٤٥ ٩٠ × ٦٥ × ٣٥ ٦٠ × ٣٥ × ٣٥ ٦٠ × ٥٥ × ٣٥ ٦٠ × ٣٠ × ٢٠	تقطع حسب الطلب
قوائم الخارجة أو كابولى من البساتين	١٤٠ × ٣٠ × ٢٥	
كابولى من المعدسة أو الجيوشى أو مصر عتيقة	١٢٠ × ٢٥ × ٢٥	
دستور أحمر من محجر الهاشمى	٥٠ × ٣٠ × ٣٠	
دستور من الميساوية	١٠٠ × ٦٥ × ٥٠ ٩٥ × ٧٠ × ٥٠ ٦٥ × ٦٠ × ٣٠	
دستور هيصم أو أثر النبي أو المطبق أو طره	٥٠ × ٣٥ × ٣٠	
دستور من الجيوشى	٥٠ × ٣٠ × ٣٠	
نصف دستور من الجيوشى	٥٠ × ٣٠ × ١٨	
ثلاثات من المعدسة (جيوشى) أو هيصم أو الهاشمى أو أثر النبي	٥٠ × ٣٥ × ١٥ من ٤٠ × ٢٠ × ١٨ الى ٦٠ × ٢٠ × ١٨	
اثنا عشرات من المعدسة والجبل الأبيض أو طره أو بطن البقره	٣٠ × ١٥ × ١٢ ٤٠ × ١٢ × ١٥	
بطليح من طره	٦٠ × ٣٠ × ٢٠ ٥٠ × ٢٥ × ١٥	
عشرينيات من الجيوشى أو طره	٤٠ × ١٨ × ١٥ ٤٥ × ١٥ × ١٨	
عشرينيات مرتوم من بطن البقره (مصر عتيقة) أو الجيوشى ...	٤٥ × ٢٠ × ١٧ ٥٥ × ٢٠ × ١٨	
ترابيع جارى من طره	٤٠ × ٤٠ × ١٠ ٥٠ × ٥٠ × ١٠	
مجاذيل من أى محجر	١٠٠ × ٢٠ × ١٥	
درج منحوت من طره أو البساتين	من ١٠٠ × ٢٠ × ٢٥ الى ١٤٠ × ٢٠ × ٣٥	حسب مقاس الدرجة المطلوبة
درج هيصم من بطن البقره	حسب الرسم	
طرفيات صدفة السلم من الجيوشى	١٨٠ × ٣٠ × ٢٥ ١٠٠ × ٣٥ × ١٦	
قطع للصدفة	١٥٠ × ٨٠ × ٨	
بسطة سلم	طول درجة × ٧٠ × ٩	
كوبستة درابزين حلوانى	من ٤٠ × ١٢ × ١٢ الى ٢٠٠ × ٣٠ × ٢٠	
قدمة درابزين	٧٠ × ٢٠ × ٣٠	
بلاط أرضية من المعصرة أو المعدسة	٤٠ × ٤٠ × ٣ أو ٤ ٥٠ × ٥٠ × ٤	

وقد أجرى جناب الدكتور هيوم (Dr. Hume)[١] تجارب على عينات من حجارة القطر المصرى وتحصل على مقدار الحمل بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع من العينات المذكورة وهو الحمل الذى يحدث طقطقة وها هى ملخصة بالجدول الآتى :

الترتيب	المحجر	الحمل بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع	الترتيب	المحجر	الحمل بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع
١	الضُّويقة	٦٧	١١	البساتين	١٠٨
٢	المقدّسة	٦٠	١٢	هيصم الرفاعى	١١١
٣	الأبيض	٦٧	١٣	المسن	٧٤
٤	زاوية نصره	٥٦	١٤	دير الطين	٦٠
٥	الغارة	٦٧	١٥	التبليطه	١٢٠
٦	عين الصيرة	٧٦	١٦	الهاشمى	٧٤
٧	أبو السعود	٧٠	١٧	طره	٩٠
٨	بطن البقرة	٧١	١٨	المعصره	٧١
٩	أثر النبى	١١٧,٥	١٩	حلوان	٥٦,٥
١٠	المطبق	٧٣,٥	٢٠	الميمون	٥٦

ويبين الجدول الآتى زنة المتر المكعب بالكيلوجرام من الحجارة التى سبق التكلم عليها وهى المبينة فى العامود تحت اسم (وزن) وأيضا مقدار الثقل الذى يتحمله السنتيمتر المربع من أنواعها قبل حدوث أى طقطقة مبين فى العامود تحت اسم (تحمل)، ويلاحظ فى الحجارة التى من محجر واحد أن المستخرجة من الطبقة العليا تتحمل أكثر من المستخرجة من الطبقات السفلى :

(١) مدير إدارة الجيولوجيا بمصر سابقا ومدير الجمعية الجغرافية الملكية الآن .

زنة حجارة محاجر القاهرة والوجه البحرى

أنواع الحجارة	وزن كجم/م٣	تحمل كجم/سم٢	أنواع الحجارة	وزن	تحمل
بازالت من أبى زعبل	٢٧٨٦	٩٨٦	حجر جيرى من جبل المطبق ..	٢١٠٣	٦٣
خرسان الجبل الأحمر	٢٦٧٩	٣١٣	» » التبليطة	٢٤٩٨	١٢٠
حجر جيرى من الضويقة ...	٢٣٩٣	٤٩	» » جبل البساتين	٢٥١٦	١١٣
» » » ...	٢٠٦٩	٣٢	» » » الرفاعى...	٢٣٢١	١١٤
» » » المعدسة... ...	٢٤٠٧	٧٣	» » » عيون موسى	١٨٩٣	٧٩
» » »	١٩٨٢	٣٨	» » » »	١٩٩٨	٤٧
» » الجبل الأبيض	٢٤٠٣	٧٧	» » » السد ...	٢٠٨١	٩٢
» » زاوية نصره...	٢٠٢٨	٥٠	» » » الهاشمى...	٢١٩٤	١٠٣
» » العمارة	٢٢١٢	٥٦	» » » » ...	٢١٦٢	٦٥
» » »	٢٤٠٠	١٢٣	» » » طره ...	٢٠٩٨	٦٨
» » المواصلة ...	٢٣٨٧	٦٨	» » » » ...	٢٠١٧	١٣٧
» » أبى السعود...	٢٥٦٣	٩٦	» » » المعصرة	١٨٨٦	١٠٥
» » بطن البقرة...	٢٣٦٠	١٢٠	» » » »	١٩٣٠	٨٣
» » » ...	٢٢٩٨	٩٨	» » » »	١٩٥٥	٦٢
» » أثر النبى... ...	٢٢٢٦	١٠٥	» » » حلوان...	٢١٠٦	٤٥
» » »	٢٥٩٥	١٨٣	» » » المكس...	١٧٣٠	٤٠
» » عين الصيرة ...	٢٤٣٠	١٣٨	» » » جنيفه ...	١٩٦٣	٧٢

محاجر الوجــه القبــلى

توجد محاجر الوجه القبلى فى سلسلتى الجبـال اللتين على ضفتى نهر النيل وياحبـذا لو وجّهت العناية الى عمل الحفر العديدة فى الجبال بقرب المدن خصوصا فى السلسلة الشرقية وفى الجرف الواقع على النيل . وقد تأكدت بنفسى أن أنواع هذه الحجارة أجود بكثير من الحجارة المستخرجة من محاجر أثر النبى أو من الطبقة العليا لمحاجر البساتين أو من بعض أنواع من حجارة بطن البقرة المعـدودة من

أجود أنواع الأحجار حوالى القاهرة . وأجود أنواع حجارة الوجه القبلى هى حجارة العيساوية من حيث صلابتها وقلة امتصاصها للرطوبة ولا تقشر من تأثير العوارض الجوية .

والجبال الشهيرة بمديرية المنيا هى جبل « الشيخ عبادة » وجبل « هبا » مقابل مدينة الفشن وجبل « الطير » وجبل « قصر عمارنه » بالقرب من ديروط وجبل « دير أوهان » ، وجميعها فى السلسلة الشرقية واستعملت أحجارها فى الأبنية والانشاءات التى أقيمت فى مديريتى المنيا وبنى سويف .

محاجر حوالى ناحية بنى غالب — فى غرب الناحية ويوجد بها طباشير أبيض وتجاه الجنوب الغربى يوجد الحجر الجيرى الأبيض به طبقات ذات لون غامق ضارب للحمرة ، وتوجد طبقات مختلفة الجنس أيضا ، منها ما هو رمادى وما هو طفل كاسى لين أبيض اللون أو يكون محتويا على رمل وملح كثيرين وخرسان أيضا .

محاجر أسيوط — وهى بالتقريب فى الجنوب الغربى وتقع مقابر المدينة فى السفح الشمالى للجبل وتقتلع منها حجارة جيرية مندمجة صلبة نوعا ويوجد على ارتفاع كبير فى الجبل محاجر لأحجار جيرية طباشيرية ناصعة البياض لينة غير أن بتلك الصخور أجزاء صلبة بللورية التركيب . وهناك محجر مشهور بمحجر ورشة السكة الحديد وتستخرج منه حجارة جيرية بيضاء لينة وأيضا البلاط (من عرق خاص بالصخر) وعلى العموم فحجارة أسيوط عبارة عن كربونات كلسيوم نقية .

محجر درنكه — بالقرب من ناحية درنكه (وهى فى الجنوب الغربى لأسيوط) للجنوب الغربى وحجره جيرى نقى وهناك جملة محاجر للطباشير وللحجر الجيرى الأبيض .

محجر الزاوية — بالقرب من ناحية الزاوية للجنوب (جنوب شرق أسيوط) حجره صلب مندمج أبيض اللون ضارب الى الرمادى ويوجد به أيضا حجر جيرى طباشيرى .

وتمتد طبقات الأحجار الجيرية الى الجنوب حتى :

محجر الزرابى — تقع ناحية الزرابى على بعد نحو العشرين كيلو مترا من بندر أسيوط للجنوب الشرقى وعلى مسافة ثمانية كيلو مترات من ناحية الزاوية . وحجارة هذا المحجر متغيرة ففى بعض الطبقات يكون الحجر أصفر اللون مندمج وخفيف إلا أنه غير صلب وفى الطبقات العليا يكون الحجر أبيض اللون صلب مندمج ودقيق الحبوب وتعلو هذه الطبقات الطباشيرية البيضاء اللينة .

محجر الغنائم — تقع ناحية الغنايم على مسافة ٣٤ كيلو مترا من جنوب أسيوط لجهة الشرق ويستخرج من هذا المحجر حجارة صلبة ثقيلة والبعض فيها ناصع البياض والبعض الآخر لونه ضارب الى الصفرة وتستخرج منه حجارة طباشيرية وطفلية .

محجر الخانترارية — فى الضفة الشرقية مقابل مدينة طهطا ويحتوى على حجر جيرى صلب مندمج الحبوب لون البعض منه أبيض والآخر رمادى .

محجر الرهريرى — هو قبلى المحجر السابق ذكره وتستخرج منه حجارة جيرية صعبة التشكيل وأخرى سهلة .

محجر العيساوية — هذا المحجر شهير بأحجاره و بالزلط الطبيعى المستخرج منه وهو قبلى مدينة اخميم وقد استوردت منه أحجار خزان أسيوط وتمتد منه سكة حديد ضيقه الى نهر النيل بنحو الكيلومترين وأحجاره جيرية صلبة جدا تقاوم العوارض الجوية بشدة وغير قابلة للكسر إلا بصعوبة زائدة ولا تقبل التفتت . وتستخرج من هناك أيضا حجارة جبسية أيضا . وممكن أن تقلع منه حجارة يكون مقاسها بعد النحت كالآتى :

١٠٠ × ٦٥ × ٥٠ سنتيمترات

٩٥ × ٧٠ × ٥٠ «

٦٥ × ٦٠ × ٣٠ «

محجر الاحايوه — بالقرب من ناحيــة (الأحاويه) لجهة الجنوب وهو جنوبى العيساوية واستعملت منه حجارة فى خزان أسيوط وحجره جيرى دولوميتى و يوجد به أيضا حجر جيرى مغنيسى وحجارته تلى حجارة العيساوية فى المرتبة .

محجر أولاد الشيخ — يقع فى جنوب ناحية المنشية بمديرية جرجا وجرفه الغرب على شاطئ النيل وتقتلع منه حجارة جيرية مناسبة .

محاجر الويز — موقعها عنــد اتجاه سلسلة الجبال الشرقية مع انحناء النيل لجهــة الشرق وهى بالقرب من مدينة الدبة وفى جبل الطريف (وتوجد سكة حديدية تصل المحجر بالنيل) وحجارة هذا المحجر مشهورة وترن تحت المطرقة مثل الجرس ولونها أبيض .

محاجر قنا — هى فى الشمال الشرقى للمدينة عند تقويس سلسلة الجبال وامتدادها لجهة الشمال والشرق لتعمل هضبة رملية متســعة جدا فى الشمال لناحية المخـادمة وأحجارها جيرية صلبة تتحمل العوارض الجوية ولا تتفتت بالنسبة لقربها من السلسلة الجرانيتية (نوع الأحجار النوبية) التى تأخذ بعد ذلك فى الظهور لجهة الجنوب حتى السودان من بعد السلسلة الاسناوية وتكون على ضفتى النيل إبتداء من أول حدودة مديرية أسوان .

وتستعمل الحجارة المستخرجة من جميع هــذه المحاجر فى أعمال القناطر والمبانى ولرصف جسور النيـــل .

محاجر اسوان — تستخرج منهـا الحجارة الجرانيتية (كا أل س ا م) ذات اللون الأحمر أو السنجابى أو الأخضر وتستعمل فى الأشغال المهمة نظرا لصلابتها وصعوبة تشغيلها فضلا عن صعوبة نقلها حيث تقطع كتلا عظيمة ، و يرى الزائر لمدينة أسوان الجبال الجرانيتية فى الجهة القبلية للمدينة من حافة النهر تقريبا فى بعض النواحى وهى ملساء .

والجـدول الآتى يبين زنة المتر المكعب بالكيلوجرام من أحسن أنواع الحجارة التى تكلمنا عنها وأيضا مقـدار التحمل بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع قبل حدوث أى طقطقة (وهو من عمل الدكتور هيوم) :

الحجـارة	الزنـــة	التحمّل
حجارة من جبل المظامير بأسيوط	٢٥٩٧	٧٧
« « « العيساوية	٢١٤٥	٩٨
« « « الاخايوه	٢١٨٣	١٠٦
« « « الطريف بالدبّه	٢٠٠٤	١١٧

وسائل قطـــع الحجـارة

بما أن الطبقات المختلفة للجبال المصرية متوازية تقريبا وليست مرتبطة بعضها بالبعض الآخر بل تنفصل بسهولة وكان من السهل أن تستخرج منهـا كتل بسمك الطبقات بأكبر مقـدار ممكن من الطول والعرض ، وكلما كان الحجر أكثر تجانسا فيمكن قطعه بواســطة الأسافين والخوابير والعتل (الروافع) وذلك بتحضير المجسم تحضيرا جيدا بأن يكشف من أعلاه ومن خلفه و يقطع من نهايتيه بعمل تجويف عميق على مقدّم ومؤخر الكتلة ثم توضع (تحشر) خوابير حديد فى هــذه التجاويف و يطرق عليها على التوالى حتى تنفصل الكتلة (من أبيها) وهذه هى الطريقة المتبعة فى محاجر المعصرة وخلافهـا .

وتستعمل طريقة النسف بالألغام اذا كان المراد الحصول على كتل صـغيرة ودبش وكان من الصعب استخراج الكتل بالطريقة السابقة فتصنع ثقوب لوضع اللغم فيها — بواسطة قضيب طويل

من حديد الصلب — ذات عمق نحو الأربعين سنتيمترا وقطر لغاية ٦ سنتيمترات وثم تعبأ هذه الثقوب بالبارود لثلثها أو لنصفها و يملأ الباقي بالرمل أو التراب .

وتستعمل في محاجر المكس بالاسكندرية أحماض لعمل الثقوب المذكورة فبواسطة ٥٠ كيلوجراما من حامض الكلوريدريك (هايدروكلوريك) مثلا يتحصل اللغمجي (العامل المنوط بالنسف) على ثقب يسع ١٣ كيلوجراما من البارود ومتوسط ماينسفه هذا المقدار هو مائة متر مكعب من الصخر .

والألغام المستعملة الآن لنسف الصخور هي البارود والديناميت وليس لنا أن نتعرض الى شرح طريقة عملها حيث أن ذلك لايدخل في موضوع كتابنا .

ثم إن الطريقة المستعملة بمصر لصنع ثقوب الألغام بطيئة جدا حيث يقف الرجل حاملا بيده القضيب الصلب في المحل المراد ثقبه وينقر بالقضيب بيده مع صبه ماء في الخرق لكي يسهل العمل .

والكيفية المتبعة في بلادنا عند نسف أجزاء الصخور من الوجهات العالية طريقة لم يراعى فيها الاعتناء بالمرة لأن ما يقطع هو قطعا صغيرة ولم يجتهد أحد في الشروع في قطع كتل كبيرة الحجم بواسطة عمل عدة طبقات تنفجر في آن واحد وعلى العموم فيلزمنا التضامن للنهوض ببلادنا من الوجهة الصناعية وادخال تحسينات جمة على الطرق العتيقة التي لا يزال معظمنا يجري عليها .

تحلل أو تفكك الحجارة وتفتتها

اذا تركت المباني كما هي على طبيعة أحجارها لتأخذ الهيئة المعمارية المطلوبة فانها تتأثر بجملة تأثيرات مختلفة و يكون عادة نتيجة هذا التأثير « في الأحجار الجيرية » تبلور بعض الأملاح داخل هذه الأحجار وتتكسر وغالبا تسقط أوجهها على هيئة ترابية خصوصا اذا لم تكن موضوعة حسب مرقدها الطبيعي . وتنحصر التأثيرات المختلفة حسب أجزاء جميع الأقاليم في ما يأتي :

(١) الأمطار . (٢) الجليد . (٣) الرياح . (٤) الصقيع . (٥) تغييرات درجة الحرارة . (٦) رطوبة الأرض .

ويمكننا تقسيم هذه التأثيرات الى نوعين : أحدهما ميكانيكي، والآخر كيميائي ، فالميكانيكي يدخل تحته الرياح والصقيع . والكيميائي يدخل تحته الباقي وأهمها الأمطار التي تذيب بعض العناصر المتكونة منها الحجارة .

وتحتوي الأمطار على كمية مناسبة من ثاني أوكسيد الكربون وحمض الكربونك المخفف جدا ، ثم إن الأمطار التي تسقط في جو المدن الصناعية المحتوي على أوكسيد الكبريت تكون حامض

الكبريتوز (يد$_٢$ كب ا$_٣$) وأحيانا حامض كبريتيك (يد$_٢$ كب ا$_٤$) وتكون أيضا قليلا من حامض النتريك (يد$_٢$ ن ا ٤) وكذلك من حامض الكلوريدوريك (يد$_٢$ كل) ويفهم تأثير حامض الكبريتيك على الأحجار الجيرية من المعادلة الكيمائية :

كا ك ا$_٣$ + يد$_٢$ كب ا$_٤$ ← كا كب ا$_٤$ + يد$_٢$ ا + ك ا$_٢$

ويحمل المطر والجليد فى البلاد الشمالية الصناعية جزيئات غازات كربونية من الجو فتأخذ طريقها فى الحجر وتعمل نقرا صغيرة جدا وبتوالى الزمن يتحلل السطح الخارجى للحجر .

ويتشبع المطر المنهمر فى الأقاليم المجاورة للبحار بكميات كبيرة من الأملاح العادية ويترك هذه الأملاح على سطح الحجر بعد تبخره فتحدث تأثيرها . ويشاهد العشب الأخضر فى الأقاليم الشمالية نابتا (شيطانيا) على الجدران خصوصا فى المنازل الريفية ، ولو أنه يعطى هيئة لطيفة جميلة إلا أنه من العوامل المساعدة على تحلل الأحجار رغم بطء فعله ، ويرجع نموه الى فعل حوامض عضوية .

وأهم التأثيرين الميكانيكيين هو الرياح خصوصا إذا كانت محملة بالرمال فتأكل جزءا عظيما من وجه الحجارة ويكون تأثيرها ناتج الاحتكاك ، وهذا شيء طبيعى فى أقاليم المنطقة الحارة : مصر ، شمال أفريقيا ووسطها ، الهند ، وسط أمريكا ، الخ . ثم أن أسرع الحجارة تأثرا هى الحجارة الجيرية ثم الرملية ، ولا يخفى أن للرياح المذكورة تأثير على الصخور الطبيعية . وقد شوهدت جملة صخور أخذت شكلا غريبا يماثل أنموذج لشجرة ذات جذع قصير وكان ذلك من التأثير المذكور .

وتتأثر أيضا الحجارة التى فى سفل أى بناء من احتكاك المارة ولذا فيحسن انتخاب حجارة صلبة لأسفال المبانى والتماثيل تكون إما من الجرانيت أو من الحجارة الرملية بشرط أن تصقل خوفا من تعلق الأوساخ بها فتؤثر عليها وكذلك لسهولة تنظيفها بالغسيل .

وأما مسألة تغيير درجة الحرارة ، فيلاحظ فى أقاليم المنطقة الحارة أن الحجارة تكون ساخنة طول النهار من تأثير الشمس ثم يحدث تبريد فجائى وتغير سريع فى درجة الحرارة أثناء الليل وطالما وصلت الى تحت الصفر فان الحجارة تمدد بالنهار وتنكمش بالليل ويكون هذا التأثير بينا فى الحجارة المحتوية على الفلسبار والمايكا والكوارتز . وطالما سمع صوت تفرقعها (تشريخها) .

أما تأثير الصقيع فبسيط جدا حيث إن جزيئات الماء المختلفة على سطح الحجارة تبرد وتتصلب من هبوط درجة الحرارة لدرجة الصقيع ويكبر حجمها فتحدث شروخا خصوصا فى الطوب . وهناك عامل آخر اذا برد فتبلور حذا حذو الصقيع وهذا العامل هو الأملاح التى تجلبها الأمطار معها .

ويصح أن ننوه أيضا عن تأثير الأمواج على الدعامات والبغال والأرصفة ، ويلاحظ أن أصلح الحجارة لمثل هذه الانشاءات المائية هو الجرانيت .

التأثير على الجرانيت

الجرانيت أكثر الحجـارة مقاومة للتأثيرات المذكورة آنفـا لأن الفاسبار والمـايكا يتأثران ببطء عظيم ثم إن هذا النوع يقاوم تغييرات درجة الحرارة .

التأثير على الحجارة الرملية

النقطة التى تظهر ضعفها أمام التأثيرات الجـوية فى هـذه الحجارة هى المـادة اللاحمة للعناصر المتكون منهـا الحجر ، فاذا كانت طفلية فانها تكون عديمـة الحيلة ، وأحسن الحجارة مقاومة هى التى تكون فيها المـادة اللاصقة عبارة عن أوكسيد حديد مع قليـل من السليكا ، وأحسن أنواع الحجـارة هى الكوارتزايت ، وعلى العموم فلا يحسن استعمال الحجـارة فى الأراضى اللينة لأنهـا مسامية فتمتص الرطوبة بسرعة .

التأثير على الحجارة الجيرية

التفاعل الكيميائى على هذا النوع من الحجارة ظاهر واضح ، فنظرة على حجارة الأهرامات تدلنا أن هذه الحجارة ولو أنها عاشت عمرا طويلا إلا أنها لم تقاوم التأثيرات الجوية .

وأحسن الحجارة الجيرية هى البلورية المندمجة ، وأما الحجـارة القوقعية فتتآكل بسرعة . وإذا كانت الحجارة الجيرية المغنيسية هى دولومايت حُرّ فانها تعمر طويلا .

Dolomite stone.

أهم المؤثرات على الحجارة بالقطر المصرى

كل ما سبق شرحه من العوامل المؤثرة على الحجارة فتتلفها وتجعلها تحلل وتتفكك هو إما قليـل الوجود أو عدمه بالمرة فى قطرنا . أما العامل الأكبر فهو مشاهد تقريبا على جميع الأبنية . ويلاحظ ان الحجارة تتلف فى مسافة ما بين سطح الأرض وارتفاع متر ونصف تقريبا ، ويكون التلف ناشئا من تأثير فوران وتجوهر الأملاح وهـذه الأملاح هى عادة كلوريد وكبريتات الصوديوم وأحيانا يكون ضمنها أجزاء نسبية ضئيلة من كربونات ونترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم .

عند حدوث هـذا التحلل فى الأحجار المطلية بطبقة من مؤنة البياض فيشاهد حدوث انتفاخ واحدوداب البياض للخارج «تطبيل» واذا نظر الانسان ضمنه فانه يلاحظ تجوهر الأملاح على سطح الحجـارة وكثيرا ما تشاهد خلايا فى الحجـارة أو فى البياض أو بينهما ملأى بمسحوق بللورات كلوريد الصوديوم ويلاحظ أن هذا التأثير يكون فى الحجارة الجيرية فقط .

وبديهى أن هذا التحلل ناتج ظاهرة طبيعية وليست كيميائية ولأنه يحدث من تبلور عدة أملاح أهمها كلوريد الصوديوم من أسـفل الطبقات السطحية للحجر ، وتوجد ثلاث شروط لحصول

التبلور المذكور: (أولها) وجود الاملاح التي تذوب في الماء . (ثانيها) وجود الماء الذي يذيب الأملاح المذكور . (ثالثها) الفرصة التي تهيئ ظهور لهذه الأملاح على سطح الحجر لتتبلور بواسطة تبخر الماء الذي كان معها في المحلول .

الأمـــلاح

Sodium Chloride is a component of the limestone

تكون الأملاح إما من نفس الحجر أو من الأرض ، فالأملاح التي في الحجر الجيرى هي كلوريد الصوديوم، والاملاح التي تأتي من الأرض موجودة في طينتها ، وقد أشرنا الى الماء أيضا وهو الموجود في الحجارة ولكنه يزداد من الماء الذي ترش به الطرق والحدائق . ولا يخفى أن للشبورة والضباب تأثير على وجود الماء أيضا خصوصا في جزء من الحائط أعلى من المنسوب الذي ذكرناه .

طرق حفظ الحجارة من التأثيرات

يحسن أولا لمنع حصول التفكك أن ينتخب الحجر الصلب الذي يرى انه يعيش طويلا مقاوما للتأثيرات الجوية ويكون بطبيعة الحال محتويا على نسبة ضعيفة جدا من الأملاح المذابة ، ويلزم استعمال مادة مانعة للرطوبة وعلى كل حال فالمسألة واحدة فلنتكلم على طرق معالجة الحجارة وليس على طرق صيانتها . ويمكننا نظريا توقي مايحصل من الضرر بأي من الطرق الأربعة الآتية :

(١) إزالة الأملاح .

(٢) منع الرطوبة من أن تجد لها منفذا في الحجر حيث أن الأملاح عديمة التأثير في حالة عدم وجود ماء .

(٣) منع أي محلول ملحي متكون في الحجر من الوصول الى وجهه .

(٤) جعل وجه الحجر متصلبا حتى لا يؤثر فيه تبلور الأملاح .

إزالة الأمـــلاح

إن أحسن علاج لإزالة الأملاح هو أن ينقع الحجر في ماء جار لمدة معينة ولكن هذه الطريقة ليست عملية حيث أن ذلك في الواقع يسهل انتقال الأملاح من جزء لآخر وخصوصا الى الداخل وثم تظهر على وجهه ، بعد جفافه .

وعلى العموم فان الأملاح تجمع دائما على وجه الحجر وكلما تقشر الحجر طبيعيا أو نظف أو كشط فان ذلك مبيد لنسبة معينة من الأملاح، ولذا فالبعض يلون وجه الحجر ويدعونه يجف ثم ينظفونه أو يكشطونه وهذا يفقد الحجر جزءا منه وبذا يكون الدواء أسوأ فعلا من الداء . وربما لم تكن كافة أحجار الواجهة لأي بناء تتطلب إجراء هذه العملية فعمل ذلك مما يشوه الهيئة المعمارية لهذا البناء .

وعلى العموم ماذام ظهور الأملاح يكون دائمـا من تسربها الى الحجارة من الأرض فلا معنى لاجراء مثل هذه العملية .

طريقة منــع الرطوبة

واذا كان الحجر المتأثر بالرطوبة قريبا من مستوى الأرض فان معظم الرشح المتسرب اليه هو من الأرض ، ويمكن منع ذلك بوضع « مادة واقيــة من الرطوبة » ويكون وضعها أعلى بقليل من مستوى الأرض الخارجية المحيطة بالمبنى وإلا فلا معنى من استعمالها . ومن الخطأ الفاحش أن يرى الانسان منزلا مبنيا وحوله حديقــة وقد كومت أرض الحديقــة بانحدار نحو الحائط وخصوصا نحو حائط السياج .

ومن الواجب لفت النظر الى عدم رش الأرض القريبة من البنـاء الذى لم تستعمل به مادة عازلة من الرطوبة ، ويجب أن تكون الأرض المنزرعة بعيدة عن الجدران .

وأما فى الحالة التى يظهر فيها التأثير على حجارة البناية فان ذلك يكون ناشئا من تأثير الأمطار ومن شبورة الصباح وهى الأكثر تأثيرا خصوصا فى الأبنيــة القريبة من النهر أو من البحر لذا يلزم تقوية وجه الحجر .

تقوية وجه الحجر

ممكن تقوية وجه الحجر من رسوب مركبات كيميائية إما باتحاد مركبات الحجر نفسه مع عناصر المحـلول الذى يطلى به وجه الحجر أو بالاتحاد المتداخل بين عناصر محلولين يطلى بهما وجه الحجر واحد بعــد الآخر .

طرق صيانة الحجـارة

يلزم أن يكون كل ما يستعمل من أجل صيانة الحجر مستوفيا للشرطين الآتيين على الأقل وهو أن يكون ذى ثمن معتدل يتناسب مع استعمال مقدار كبير منه ، وأن يكون سهل العمل به ويمكن أن يطلى به باستعمال الفورشة أو بخاخة ميكانيكية .

وتستعمل فورشة من السلك لأجل تنظيف أوجه الحجارة جيدا من الأملاح العالقة بها . ويلاحظ أن تطلى الحجارة فى فصل الصيف وقت أن تكون جافة تماما حتى يضمن تخلل المحلول لبدنها ــ ويمكننا أن نقسم هذه الطرق الى نوعين : أولها المواد الواقية ضد الماء ، وثانيهما المركبات الكيميائية .

وأحسن مواد النوع الأول ، هى : الزيت ــ بوية الزيت ــ الجمع ، وأما المركبات الكيميائية فعديدة .

الزيت وبوية الزيت — إذا طلى وجه الحجر بطبقة من زيت الكتان أو ببوية استعمل لها زيت الكتان فانه يصان غير أن ذلك يذهب بهيئته المعمارية نوعا حيث يضطر فى بعض الأحيان الى عمـل

نقوش مختلفة، هذا عوضا عن تجديد هذا الدهان فى جملة أزمنة، مختلفة ويلاحظ أن الدهان بالزيت الخالص يحدث بقعا نظرا لأن جزيئات الحجر تتشربه بكميات مختلفة .

الجمع المذاب فى عطر التربنتينا — نظرا لغلوه فانه يستعمل فى صيانة أعمال الزخرف والتماثيل وقد طليت به المسلة المصرية التى فى مدينة نيويورك . ويكفى الجالون الواحد لطلاء مسطح ٢٠ ياردة مربعة ثلاثة أوجه .

السليكات — وهى محلول كيميائى وهو إما سليكات صوديوم أو سليكات بوتاسيوم ويباع كل منهما على هيئة محلول مائى قلوى وكثيرا ما تعطى لها أسماء غريبة منتحلة .

فبعد أن يطلى وجه الحجر بمحلول السليكات تجف السليكات وتترك السليس فى مسام الحجر، ثم بعد ذلك وبتأثير ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الهواء تتحلل وتتكون السليكا الصلبة .

واذا كان الحجر جيريا فيحدث اتحاد كيميائى بينه وبين السليكات وتتكون سليكات الكلسيوم وبذا يصير الحجر أكثر كثافة وأقل مسامية ولكن لايمكن بأى حال من الأحوال أن يقال أنه غير منفذ للماء .

ويحتاج الجالون واحد لأجل طلاء مسطح عشرين ياردة مربعة ثلاثة أوجه من محلول سليكات الصوديوم .

ومما يؤسف له أنه لا ينفع استعمال هذين المحلولين نظرا لأن ضررهما أكبر من نفعهما حيث إنه بتأثير أحدهما على الحجر الجيرى تتكون كربونات صوديوم أو كربونات بوتاسيوم وهذا يكون نتيجة التفاعل بين السليكا وبين الحجر وأيضا من امتصاص الصودا القلوية[١] أو البوتاسيوم[٢] لثانى أوكسيد الكربون[٣] من الهواء وثم تظهر كربونات كل من الصوديوم (ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$) أو البوتاسيوم (بو$_{٢}$ ك ا$_{٣}$) بحالة تجوهر على وجه الحجر وتحلل أجزاؤه فى الوجه وتتفتت .

فلورايد السليسى — (سيليكو فلورايد) يباع تحت اسم (Fluates[٤]) أو فلوات المغنيسيا وقد جرب بدون ثمرة فى القطر المصرى .

البارينا — موصى باستعمالها فقط لصيانة الحجارة الأثرية والتى فى البلاد التى يكثر فى جوها ثانى أوكسيد الكبريت (كب ا$_{٢}$) وهى مناطق البلاد الصناعية ويحسن بنا أن نذكر هنا التفاعلات بين عناصر الجو والحجارة وبين المحلول :

---

(١) (ص ا يد) وهى قلوية عضوية . (٢) وهو قلوى معدنى (بو ا يد) . (٣) (ك ا$_{٢}$) .

(٤) محضر بمعرفة شركة محاجر أحجار باث و بورتلاند بمدينة باث بانجلترا .

فباتحاد الأمطار المنهمرة فى المناطق الصناعية مع ثانى أوكسيد الكبريت يتكون حامض الكبريتيك (سلفيوريك) حسب المعادلة :

$$\text{كب}\,\text{ا}_{٢} + \text{ا} + \text{يد}_{٢}\,\text{ا} \rightarrow \text{يد}_{٢}\,\text{كب}\,\text{ا}_{٤}$$

وتتكون كبريتات الكالسيوم بتأثير الحمض المذكور على الحجارة (كربونات الكلسيوم) ، ثم ان البارايتا تحول كبريتات الكلسيوم القابلة للذوبان فى الماء الى كبريتات الباريوم ($\text{با}\,\text{كب}\,\text{ا}_{٤}$) الغير قابلة للذوبان فى الماء ولذا فيتصلب وجه الحجر ويقاوم التأثيرات الجوية .

البياض — للبياض فائدة عظمى فى صيانة الأبنية المشيدة من حجارة رخيصة القيمة والنوع. ويكون استعماله اقتصاديا ويمكن أن يعمل على جملة ألوان مختلفة أو يطلى ببوية الزيت ويمكث كثيرا إذا صنع من أجود أصناف عناصره وكان مزجها جيدا بنسب جيدة. وهذه هى الوسيلة الوحيدة تقريبا التى يتبعها معظم المصريين لحفظ مبانيهم ولو أنك اذا دققت النظر جيدا لتوصلت الى غرضهم الأصلى وهو إلباس المبنى حلة وزينة ومنظرا مقبولا !

انتخاب الحجارة للبناء

يلتفت حين انتخاب حجارة للبناء الى جملة ملحوظات مثل الوزن واللون ونوع النسيج والقابلية لامتصاص الماء، فيلاحظ فى مسئلة الوزن أن ينتخب كل منها لنوع العمل المطلوبة له فمثلا تكون الحجارة الثقيلة مطلوبة فى الحيطان السائدة سواء للمياه أو للأتربة أو فى حالات الدعامات الواقع عليها رفص العقود أو السقوف المائلة وفى الانشاءات البحرية ، وتنتخب الحجارة الخفيفة مثلا فى بناء القباب وعقود السراديب، ومن الوزن يمكن الحكم على كثافة ومسامية الأحجار . ومسألة المسامية وقابلية الامتصاص مهمة جدا، ويمكن معرفة درجة مسامية الحجر بنقع عينات منه فى الماء وملاحظة مقدار ما تتشربه كل عينة فان الحجر الرملى لا يصح أن يتشرب زيادة عن ١/١٠ حجمه من الماء خلال ٢٤ ساعة والحجر الجيرى عن ١٧ ٪ والجرانيت عن ١ ٪ .

وينتخب الحجر الصافى اللون حيث يعرف انه خال من أوكسيد الحديد وقد سبق وشرحنا مضاره ويكون خاليا من البقع الطينية والعروق التى تشوه منظره (وبعض العامة يظنون ان العروق تعطى للحجر منظرا جميلا) وأن يكون الحجر تام الجفاف من ماء الرشح أو ماء المحاجر حسب ما يسميه البعض . ويحسن تشكيل الحجر عقب قطعه من المحجر حيث يكون طريا، ثم يترك للتجفيف ويلاحظ عدم العبث به بعد جفافه لأن أسطحته تكون قد جفت وأصبحت صلبة ، وقد شاهدت الحجارة المستخرجة من محاجر « باث » متروكة تحت سقائف وبدون حواجز جانبية وذلك لترك الهواء يمر من بينها ويجفف ماء رشح المحاجر الذى بها مع تركها هكذا لمدة نحو الستة شهور حتى يتم جفافها .

الباب الخامس

الـــرخام

الرخام هو كربونات جير تبلورت بتأثير حرارة الصخور النارية التي خرجت من مركز الأرض في سالف الأزمان وأحدثت ذوبان (إنصهار) الحجارة الجيرية التي كانت قد رسبت فصارت منضغطة بالأراضي التي فوقها .

ثم إن كربونات الجـير المتبلورة في الأراضي الأصلية كانت ذائبة وقت ان كانت الكرة الأرضية منصهرة ، وبسبب الضغط العظيم لم يتحلل تركيبها ثم إنها تبلورت حين تبريد سطح الأرض . وتوجد هـذه الكربونات على هيئة كتل عظيمة تارة صَفيحية وتارة صُفيحية وذات مقطع سكرى دقيق الحبوب . وأكثر أنواع الرخام استعمالا هو المستخرج من محاجر كرارا في ايتاليا (Carrara) ومستعمل بكثرة في العمارات المهمة ببريتانيا سـواء في الزينة الداخلية أو لتكملة لطف ذوق الهيئة المعمارية (من الخارج طبعا) ومستعمل أيضا في إقامة النصب التذكارية والتماثيل ، وهو رخام سليم من العيوب أبيض اللون ويسمى الرخام المعطّش ويكون أحيانا معرقا وهو أحسن الأنواع المستخرجة من إيتاليا ومصدّرة للخارج .

ويوجد بايتاليا أيضا رخام لونه أصفر ويطلق عليه إسم رخام سيينا نسبة الى البلد المستخرج من جوارها . وكذلك يوجد بها رخام أحمر وأسود ويحتوى الأخير على قار ولذا فتشمّ رائحته من تدليكه .



(شـــكل ١٨)

الرخام المصرى — لونه سنجابى قليــلا ، يوجد مختلطا بالطلق وتوجد عينة مطابقــة له فى جبال البيرنير (بيرنية أو برانس بأسبانيا)، وعروقه بيضاء، وتوجد ألوان أخرى مثل الأسمر والأحمر والأزرق والأسود ومعرّقة بعروق بيضاء وأحيانا تكون عروقه داكنة لأرضية زرقاء نوعا أو عروق صفراء لأرضية سوداء وأحيانا يكون ذا لون أخضر منكّت بنكت سوداء، وهذه الألوان ناتج وجود أكاسيد معدنية طبعا .



(شـــكل ٢٩) رخام من سينا

والرخام على العموم يقبل الصقل ، وكان معظم الرخام الذى استعمل بمصر مستجلبا من الخارج ، فقد استجلب من تركيا الرخام الذى استعمل فى جامع سيدنا الحسين ، أما الرخام الذى استعمل فى جامع جدّ العائلة المالكة بقلعة الجبل فهو من ناحية بياض بمديرية بنى سويف (جبل الرخام) .

ويوجد الرخام أيضا فى جبل سليم باشا ويعرف بالأسيوطى وهو ملوّن ومعرّق ، وتوجد فى الجبال القريبة من القصير أنواع من الرخام الأخضر والأصفر والسنجابى ، ويوجد بجهة أسوان رخام أسود .

وقد أطلقت اصطلاحات صناعية على أنواع الرخام وهى كما يأتى :

الرخام الالمرى — وهو الصعب القطع والتشكيل .

« **الصعيرى** — وهو لايقبل الصقل ويبقى كابى اللون .

« **الجردة** — الجردة — وهى الكسر الصغيرة وتستعمل فى التبليط .

عيوب الرخام

عيوب الرخام هي « الشامات » وهي انصداعات في الرخام توجب إما كسره وإما عدم حسن صقله . وكذلك « النُّقَر » وتارة تكون صغيرة وطورا كبيرة وتحتوي على مواد ترابية فيجب تنظيفها . ويسمى الرخام ذو العيوب « الرخام المشوش »

تجهيز الرخام

يُحتاج لتجهيز الرخام ثلاث عمليات وهي القطع والنشر والصقل وهي مفصّلة كما يأتي :

١ — **عملية القطع** — تحدّد أولا (أي تعلّم) القطعة المطلوبة من الأمام والخلف والجانبين إما باستعمال قلم فحم أو أي مادة أخرى ملونة ، وتسمى هذه العملية الابتدائية « عملية التنشين » . ثم تجرى « عملية القدّ » وذلك بأن يحفر في الجبل بواسطة الأسافين حتى يوصل الى العمق المطلوب في الجهات الأربعة ويكون اتساع هذه الحفر ٢٠ سنتيا ، ثم تحفر حفرا أفقيا تحت الشقة (إسم القطعة المنتخبة) بقدر ١٠ سنتيات ثم تُجرى «عملية التخليص» وذلك بوضع الأسافين في الحفر الأفقي ويزنق عليها بواسطة أوراق من الحديد ويدق عليها بالمطارق حتى « تسمّع » — تقرب من الانفصال — ثم بعد ذلك يطرق عليها طرقا خفيفا حتى « تنفصل عن أبيها » ثم تدحرج هذه الكتلة أي « اللاطة الغشيمة » بواسطة العتل .

٢ — **عملية النشر** — العملية المستعملة بالقطر المصري هي استخدام ثلاثة عمال لكل منشار منهم نفران لتشغيله . والمنشار المستعمل هو العاري عن الأسنان ، فبعد أن يصير تثبيته بواسطة حبلين في حجارة توضع على يمين وعلى يسار الشقة المراد نشرها ويقف كل منهما في المحل المخصوص له قابضا على جهة المنشار الموجودة نحوه ويبتدئان في تحريك المنشار أولا بغاية البطء حتى يحفر له مجرى يتحرك فيها ثم يأخذان في التحريك شيئا فشيئا الى أن يصل الى السرعة التي تخصص له ويجلس النفر الثالث على الشقة وبجانبه دلو به رمل وماء لسقي المنشار تارة من جهة وتارة من جهة أخرى ويستمر على ذلك حتى لا يبقى سوى خمسة سنتيمترات على تمام انفصال القطعة من الأخرى فبعد ذلك يرفعون المنشار ويضعون الأسافين محله ويطرقون عليها طرقا خفيفا منتظما الى أن تنفصل القطعتان .

٣ — **عملية الصقل** — ولها طريقتان : فالأولى هي :

(أولا) إجراء عملية الجلاء « التنظيف » بأن تزال الحروق والخطوط التي تخلفت من النشر على سطح الرخام وذلك بأن يحك السطح المطلوب صقله بقطعة رخام مع سقيه دواما بالماء والرمل حتى

لايبقى للخطوط أو الخروق أدنى أثر ويستمر هـذا العمل الى أن يصير السطح أملسا و يظهر لون الرخام رائقا .

(ثانيـا) إجراء عملية الصقل بأن يوضع أولا معجون[1] فى الخروق أو فى محل التسو يس و يسحق حجر الطراوى وتؤخذ بطانة قماش ملفوفة بقاعدة عريضة ويد تمسك منها و يرش المسحوق على سطح الرخام و ينسم بالمـاء ويدلك بالبطانة وكلما تجمع المسحوق فى جهة يجمع تحت البطانة ويدلك به السطح وهكذا حتى يظهر سـطح الرخام لامعا براقا ، ولأجل إتمام ذلك يؤخذ مسـحوق من عظم الخرفان المحروق وتعمل نفس العملية .

والطريقة الثانية هى :

(أولا) عملية الجلاء وذلك بحك سطح الرخام بقطعة رخام (شكل ١٣) ورمل وماء ثم يحك بحجر الطراوى وثم تمـلأ الثقوب أو الخروق بالمعجون ثم يملس بواسـطة حجر الخرفش الجامد ثم يصنفر وذلك بأن تستحضر قطعة من الرصاص لها يد وتوضع تحتها الصنفرة مع استعمال بطانة من القماش تحتها برادة الصنفرة والرصاص معا ويدلك حتى يظهر لون الرخام .

(ثانيـا) لإظهار البريق واللمعان تجرى عملية الصقل وذلك بأن تعمل بطانة قماش ويبل مقعدها بالماء ثم تغمس فى مسحوق ملح البارود وكبريتات الحديد (المخلوطين بنسبة ١ : ٥ ويكون المخلوط قد سخن مدة ٢٤ ساعة على نار قوية وسحق ونخل وغسل) ويدلك بهـا الرخام دلكا جافا حتى درجة الصقل المطلوبة .

المــــؤن

مـــــوادها وعنـاصرها

تنقسم مواد المؤن (مُون) من حيث تراكيبها واستعمالها وقوتها فى ربط أجزاء المبنى ببعضها الى الأقسام الآتية التى سنشرحها بايجاز وهى :

١ — **الجبس بأنواعه** — وهى مواد كلها عبـارة عن كبريتات (سلفات) الجير فى حالة ايدراتية وتشك (تجف) تبعا لفقدها المـاء المحتوية عليه .

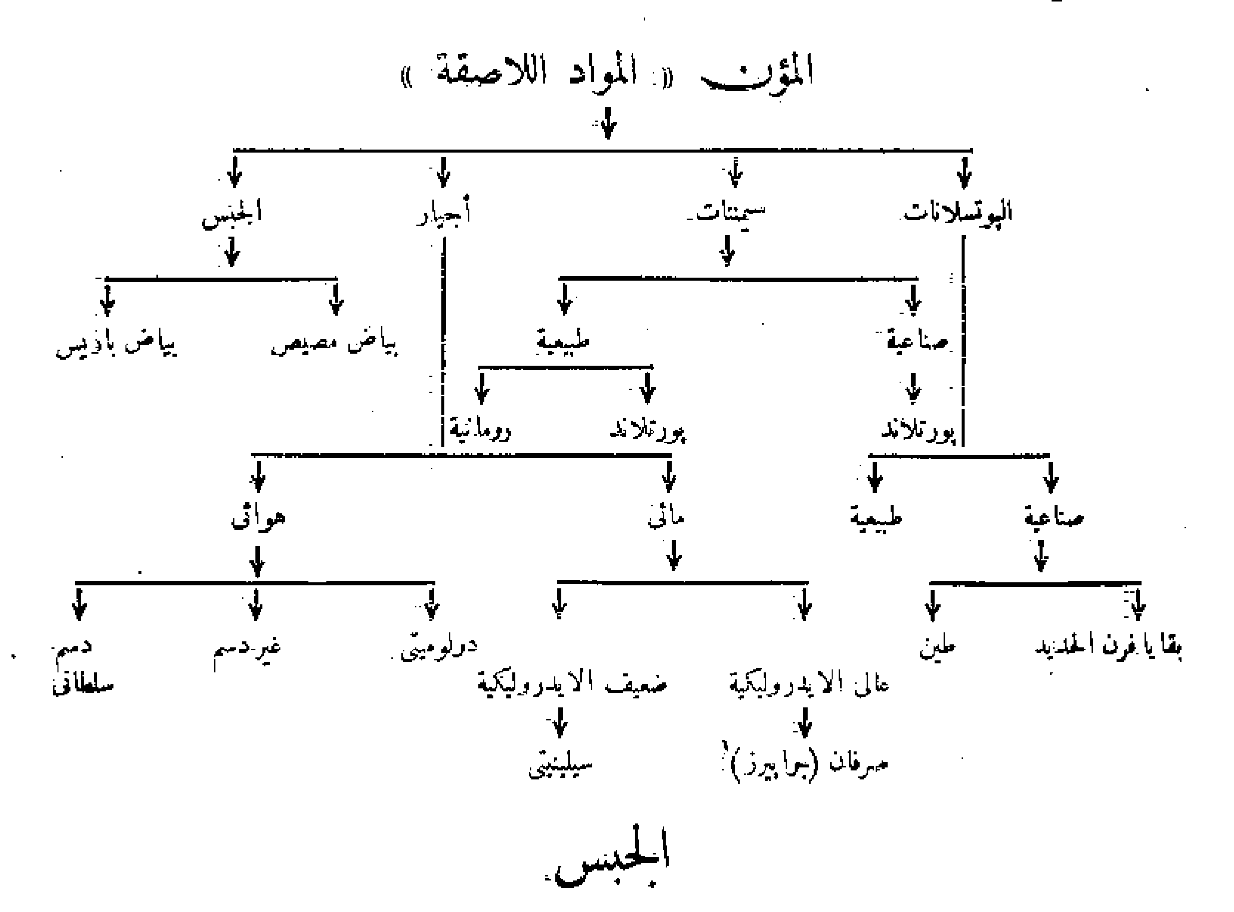
٢ — **الأجيـار** — تحتوى كل الأجيار على العنصر (أوكسيد الكالسيوم) وهو الجير النقى وتطفأ عند إضافة المـاء اليها وتنهال الى مسحوق . فالأجيار الغير مائية تجف عادة ببطء وأما الأجيار المـائية التى تحتوى على السليكات فانها تشك بحالة مماثلة لحالة شك السيمنت إذا مزجت بالمـاء .

(١) عجينة من زلال البيض مع مسحوق ناعم من الجير الحى أو اسفيداج مع زيت بذر الكتان .

٣ — **أنواع السمنت** — تمتاز أنواع السيمنت عن الأجيار بالنسبة لقلة نسبة الجير فيها. وبما أنه لا تجرى عليها عملية الطفى بالماء فيجب إذن أن تكون ناعمة قبل استعمالها . وأحسن أنواع السيمنت الصناعية هى ما تكونت من حرق الجير مع الطين .

٤ — **البوتسلاتر** — (Pozzuolana) وهى مواد سليسية[1] ومواد أرجيلية[2] أى من نوع نقى من الطين « الومينا » والتى اذا أضيف اليها الجير أصبحت ذات خواص مائية « ايدروليكية » ، وهى إما متحصلات بركانية طبيعية أو تكون صناعية .

ويوضح الترتيب الآتى العلاقة بين كل هذه المواد :



الجبس

هو مادة لو أحرقت وسحقت ومزجت بالماء لشكت بسرعة بحيث لا يمكن كسرها إلا بقوة . وتسمى كيميائيا « كبريتات الجير » أى سلفات الكالسيوم .

يوجد الجبس على أشكال مختلفة فتارة يكون على هيئة العدسة أو مسلات أو بللورات شفافة وغير شفافة ويوجد دائما فى أعلى طبقات الأراضى التى يكون بها ويكون فى بعض الأراضى على هيئة طبقات متسعة منفصلة عن بعضها بطبقات من حجارة جيرية ، ومعادلته الكيميائية هى (كا كب $ا_{٤}$. ٢ يد$_{٢}$ ا) .

(١) Siliceous. (٢) Argillaceous.

ويعجن الجبس متى أُحرق وأُحيل الى غبار ناعم وأريد تكوين عجينة سائلة منـه لأجل استعمالها مونة . ففى أوّل الأمر تكون قطع الجبس ممزوجة بالماء وفى الحال يتحد الجبس مع الماء ويؤول الى كبريتات جير امدراتى كما كان قبل الحرق ويختفى عند الاتحاد جزء من الماء المخلوط . وأما عناصر الجبس التى تباعدت عن بعضها فى العجينة السائلة فتتجمع على حالة بللورات صغيرة فى وقت حصول هذا الاتحاد وتنتهى كل المادّة بأيلولتها الى جسم صلب .

يفقد الجبس جزءا من قوّته متى بقى معرضا للهواء ، ويَشُكّ شكا غير جيد ويُعرف أنه « استهوى » . واذا أبطئ فى عجنه فانه لا يشك أيضا إلا بعد مدة ويعرف أنه « مقتول » .

توجد درجات مختلفة لنقاوة الجبس فالأنق جيد لعمل البروزات مثل الكرانيش والطوانات والطبانات وخلاف ذلك ويزداد حجمه كثيرا بالعجن غير أنه ليس بشديد شدّة كافية فى الانشاءات بجعله مونة ولذا فيندر استعماله .

يكون الجبس صالحا لاستعماله مونة اذا خلط بكمية من كربونات الجير لأنه فى وقت عجنه تستعمل هذه الأجزاء الجيرية التى تبقى صلبة — نقط ارتكاز — لتبلور أجزاء الجبس[1] التى تلتصق بها وتثبت فيها بقوّة فتؤثر تأثير الحصا (الحصباء) فى الخرسان ، أو الرمل فى مونة السيمنت ، وبها يتماسك الجسم ويعيش طويلا .

والجبس وإن كان لا يقاوم التأثيرات الجوّية ولا الرطوبة زمنا طويلا إلا أنه أعظم مادّة فى بناء الأماكن المعتادة ويكون جيد الخواص اذا صار استعماله باللائق ويستعمل فى بناء العقود والحيطان وتثبيت أعتاب الحديد ودرج السلالم (الجرية) وفى الطلاء (البياض) والبربقة .

وبما أن لهذه المادّة ائتلافٌ عظيم بالماء فيجب حفظها بابعادها عن محال الرطوبة ولا يحضر منها إلا ما هو لازم للشغل المطلوب . فالجبس المستهوى الذى امتص رطوبة الهواء والذى اذا عجنت منه كرات وضربت تتفتت بسهولة يسمى « الجبس البارد » . أما « الجبس الحامى » فهو الجيد القوام ولا تتفتت الكرات المصنوعة منه بضربها .

---

(١) يتركب الجبس كيميائيا من :

تراب جير	٣٢٫٩١
حمض كبريتوز	٤٦٫٣١
ماء	٢٠٫٧٨
	١٠٠٫٠٠

ويستجلب الجبس من جهات حلوان ويكون لونه مائلا للحمرة، ومن بياض بالقرب من بنى سويف ويكون لونه أبيضا نظيفا وكذلك من البلاّح .

فى البلاد التى يندر فيها وجود الجبس يمكن عمل مونة جبس اقتصادية مكوّنة بالنسب الآتية : ثلاثة أجزاء من الجير ، أربعة أجزاء من الجبس ، جزء واحد من الرمل . والطلاءات المعمولة بالجبس تظهر للرائى أنها قطعة واحدة مهما كان سمكها ولذا ففى العمارات المهمة يستعمل الجبس ممزوجا مع الرمل بنسبة جزئين من الأول وجزء واحد من الثانى ويكون الرمل ناعما فيكوّن وجه طلاء جيد .

وقد دلت التجارب على أنه :

(أولا) كلما مكث الجبس معرضا للحوادث الجوية تناقصت خواصه الأصلية بخلاف مونة الجير فانها تزداد متانة .

(ثانيا) كلما جفت مونة الجبس يزداد حجمها ومونة الجير يتناقص حجمها .

(ثالثا) تمسّك مونة الجبس وتماسك بالطوب والحجر والخشب حال وضعها عليها . غير أن هذا التماسك يتناقص بمضى الزمن بخلاف مونة الجير — وحينئذ لا يصح استعمال مونة الجبس فى المحلات الرطبة لانعدام خواصها واستحالتها الى تراب ولا فى لصق الحجارة فى المبانى وتكون مقاربة للأرض .

ويكون الجبس المستعمل نقيا تام الحريق مهزوزا وجافا جدا .

حـــرق الجبس

عملية حرق الجبس ما هى إلا عملية تجفير بسيطة تنفصل بواسطتها كمية المياه الموجودة بأحجار الجبس، ويكفى لذلك درجة حرارة من ١٢٠° الى ١٣٠° مئينى وتستدعى هذه العملية زمنا أقل بالطبع عن عملية حرق الحجارة الجيرية وتقرب من عشرة ساعات .

وفرن الجبس وهى القمينة أو الأتون تسمى « الجبّاسة » هى عين قمينة حرق الحجارة الجيرية والطريقة المتبعة هى واحدة ونتبع الطريقة التى بشكل ١٥ فتنتخب حجارة الجبس الكبيرة وترص على شكل عقد به نحو ستة فتحات لنفاذ النيران منه وترص الحجارة الجبسية أعلى ذلك العقد حتى تصل الرصة لنهاية الفرن، وتقاد النار أسفل العقد بأى نوع ما من الوقود، وبعد أن يتم الحريق يستخرج الجبس من الجباسة ويترك ليبرد بضع ساعات ثم يكسر بمدقات من الخشب ويطحن فى طواحين مخصوصة ولا يكون الطحن ناعما جدا لئلا يفقد بعض خواصه الجيدة .

ويباع الجبس بالمتر المكعب أو بالأردب ويحتوى المتر المكعب على عشرة أرادب ووزن الأردب ١٣٥ كيلو جراما .

بيــاض باريس

هو المـادة الناتجة بعد حرق كبريتات الجير (الحجر الجبسى) لدرجة حرارة بين ١٢٠° ، ١٣٠° مئيني، ويكون الجبس قد فقد بعضا من المـاء الذى به وهو عبارة عن ثلاثة أرباع مقداره . وتحرق الحجـارة الجبسية فى الجباسات « جصّاصات » بطريقة لاتجعل مواد الحريق تختلط معها . وأطلق هـذا الاسم على هذا النوع من الجبس لأنه استعمل لأول مرة فى «مونمارتار» بالقرب من بارى . ويكون التفاعل الكيميائى الذى يحدث عند حرق الجبس حسب المعادلة :

كا كب ا$_{٤}$. ٢ يد$_{٢}$ ا = كا كب ا$_{٤}$. $\frac{١}{٢}$ يد$_{٢}$ ا + (١$\frac{١}{٢}$ يد$_{٢}$ ا)

ثم أن ($\frac{١}{٢}$١ يد$_{٢}$ ا) عبارة عن جزء المـاء المتبخر وهو $\frac{١}{٢}$١ جزيء من المـاء . وبما أن المعادلة الكيميائية لا يكون فيها انصاف جزيئات[1] فان صحة المعادلة هكذا :

٢ (كا كب ا$_{٤}$. ٢ يد$_{٢}$ ا) ← (كا كب ا$_{٤}$)$_{٢}$. يد$_{٢}$ ا + ٣ يد$_{٢}$ ا

فتكون اذن الدلالة الكيميائية لبياض باريس هى (كا كب ا$_{٤}$)$_{٢}$. يد$_{٢}$ ا

ويلزم لبياض باريس مقدار من المـاء يعادل ثلث حجمه لعمل مونة (وهى تشك بسرعة وتنتفخ قليلا) وتكون المعادلة الكيميائية للتفاعل حسب عكس المعادلة السابقة وهو المسمى المصيص .

مـــــــلاحظـات

(ا) اذا أُحرق الجبس لدرجة حرارة أعلى من ١٣٠° م . فان المتحصل منه لايتحد بالمـاء .

(ب) اذا لم يضاف الى بياض باريس شيء خلاف المـاء فانه يشك بدرجة اعتيادية .

(حـ) وإذا أضيف اليه البورق[2] والشب[3] فانه يشك ببطء .

(ى) وإذا خُلط معه ملح الطعام فان ذلك يعطيه خاصية سرعة التصلب، وعليه فتوجد أنواع سمينتات فى الأسواق تباع تحت أسماء منتحلة وهى حسب ما سأفصله :

١ — سمينت كين (Keen's Cement) هو عبارة عن بياض باريس « مخلوط مع الشب » لتجعله يتصلب بسرعة .

٢ — سمينت باريان (Parian's Cement) هو بياض باريس مضاف اليه البورق .

٣ — سمينت سكوتس سيلينايت (Scott's Seleuite) هو بياض باريس مضاف اليه الجير وكان يجب أن يسمى جير سكوت المـائى .

٤ — الاستوكو (Stucco) وهو عبارة عن مركّبات كلسية .

(١) Molecule بالانجليزية . (٢) Borax. (٣) Alum.

الأحجـار الغير مائية «الهوائية»

الأحجار الهوائية هى الجير الدسم والغير دسم والجـير الدولوميتى أى المغنيسى ، ويسمى الجـير الدسم بالجير السلطانى كما أن الجير البلدى يطلق على الجير الغير دسم .

الجـــير السلطانى

هو أول أوكسيد الكلسيوم نتج من تعريض كربونات الكلسيوم لدرجة حرارة كافية لأن تفقدها ثانى أوكسيد الكربون (المسمى حامض الكربونيك) المشتملة عليه :

$$\text{كا ك ا}_{٣} \rightarrow \text{كا ا} + \text{ك ا}_{٢}$$

ولو أنه فى الحقيقة قل أن وجد حجر جيرى عبارة عن كربونات كلسيوم نقى إلا أن بعض الحجارة التى تستعمل فى تحضير كاربايد الكلسيوم تأتى تحت لواء هذه الفصيلة .

ومما سبق وأوضحناه نقول أنه توجد حجارة جيرية بالقطر المصرى عبارة عن كربونات كلسيوم نقية مثل الحجـارة البيضاء الرمادية من المحجر بشمال ناحيـة الخازندارية والأخرى من محاجر أسيوط ودرنكه .

والمواد الغريبـة الاضافيـة هى عادة الألومينا ، أوكسيد الحديد ، السيليكا ، والمغنيسيا . والثقل النوعى للجير النقى هو ٣,١ ويسمى عادة الجير الحى .

ومن خواصه أنه اذا وضع عليه المـاء لأجل «طفيه» تحدث عنه حرارة شديدة (تكفى لاشعال عود ثقاب اذا قرب منه و يشاهد عليه أيضا ازدياد كبير فى الحجم . والمشـاع أنه كان يستعمل سابقا لعهد اختراع البارود مادة لقلع الأحجـار ... ... ! بالنسبة لهذه الخاصية) ويكون تمدده بقـدر كميته الأصلية مرتين أو ثلاث مرات واذا زاد عليه المـاء فانه ينكمش كثيرا عند تصلبه و يتشقق ولمداواة ذلك العيب يضاف اليه مقدار كبير من الرمل .

ويستدل على التفاعل الكيميائى الذى يحدث أثناء الطفى من المعادلة :

$$\text{كا ا} + \text{يد}_{٢}\text{ ا} = \text{كا ا}_{٢}\text{ يد}_{٢}$$

والطريقة المتبعة بالقطر المصرى هى أن يوضع الجـير فى محل و يرش فوقه المـاء شيئا فشيئا ثم يقلب فيتحول الى المـادة المستعملة فى المون ويكون ذلك قبل استعماله بيوم أو اثنين على الأكثر .

وينبغى أن يلتفت العامل المنوط باطفاء الجـير الى تنقيته من الزلط والصوان اللذين لم يتأثرا من النار فى أثناء الحريق ، و يلزم أن يقلب الجير تقليبا تاما حتى لاتبقى قطع بدون إطفاء لأنها باختلاطها بالمونة تنطفئ بعد صيرورتها فى البناء فينشأ من ذلك ضرر عظيم .

وبعضهم يغطى الجير بطبقة رمل بعد إطفائه ثم يترك على هذه الحالة ويستعمل بعد مدة ولكن الأحسن استعمال الجير كما سبق وقلنا وذلك يكون أحسن أيضا من المطفأ لوقته .

حرق الحجـارة الجـيرية

الغرض من عملية الحريق هى كما أوضحنا ترك حمض الكربونك ومياه المحاجر المتحدة بأجزاء الحجارة ، وكلما كانت الحجارة المعرضة للحريق حجارة صلبة فانها تحتاج الى زمن والى ارتفاع درجة حرارة .

وتحرق الحجارة الجيرية فى أفران يطلق عليها اسم الكُوش وهى على نوعين :

١ — الكوش ذات النار الغير مستمرة وتترك الحجارة فيها مدة بعد حرقها لتبرد ثم تفرغ وتملأ ثانيا .

٢ — الكوش ذات النار المستمرة والمسماة بالدوردايم ويتحصل منها على جير بدون انقطاع .

فكوش النوع الأول تكون إما ذات شكل منشورى أو اسطوانى أو قطع ناقص وتبنى غالبا فى التلول وتكون فتحتها العليا مع سطح التل بحيث يمكن انزال الأحجار الجيرية فيها بكل سهولة ويوضح (الشكل ١٤) كوشة أسطوانية عرضها الكبير $\frac{٥}{٣}$ من ارتفاعها تبنى بالدبش والمونة المعتادة بسمك ٠٫٤٠ مترا وتكون مونة السطح الداخلى المعرض للحرارة من ملح البارود الأسود والطين وتكسى بلياسة من نفس هذه المونة وذلك لعدم تأثر بناء الكوشة من النار فتجعله «يفوخر» . وقطرها من ٢ الى ٣ أمتار وارتفاعها ٤ أو ٥ أمتار وبأسفلها فتحة «باب» بعقد موتور لوضع الوقود أسفل البـاز (Bars « قضبان الحديد ») الموضوع بوضع مناسب يمكن منه استخراج الحجارة بعد حرقها وترص الحجـارة الجيرية أعلى هـذا الباز مداميك فوق بعضها بحيث تكون القطع الكبيرة فى الوسط والصغيرة جهة الجوانب ، ثم تقاد النار بوقود يكون عادة من البوص والأخشاب المكسرة وغير ذلك فتحترق الحجارة وتتلون أثناء الحريق فتكون فى المبدأ سوداء غامقة أو سنجابية غامقة تميل الى الزرقة أو الخضرة ثم تتلون الى لونى البياض والشعلة النهائيين .

والجهات فيما جاور القاهرة التى يحرق بها الجير هى : فم الخليج ، باب النصر ، طولون ، أثر النبى ، زين العابدين ، مصر القديمة .

والكوش التى شكلها قطع ناقص مجسم مجوف مشطور من نهايتيه العلوية والسفلية كما فى (شكل ١٥) يكون عرضها الأكبر $\frac{١}{٢}$ أو $\frac{٢}{٣}$ ارتفاعها ويعمل بأسفلها من الداخل عقد من الحجارة الجيرية الكبيرة موضوعة وضعا بحيث يسهل مرور اللهب وانتشاره داخل الدبش وتوضع النار فى المبدأ تحت العقود هادئة وتستمر كذلك لمدة ٨ ساعات ثم تزاد تدريجيا ، ويلاحظ جعل محل الحرق ملآنا دائما بالوقود .

وبما أنه يلاحظ أن الحجارة المبنية بها هذه العقود تتشقق عند الحرق تخوفا من أن تسقط الكوش وتتلف العملية يختار نوع من الحجر لا يتشقق ويكون محتاجا لزمن طويل لحرقه .

يشاهد فى مبدأ العملية دخانا كثيفا خارجا من أعلى الكوشة ، ثم يظهر بعد ذلك لهب داكن متقطع مختلط بدخان ، وعند صفاء هذا اللهب وقرب انتهائه يعرف قرب انتهاء العملية ، وتعرف أيضا من انخفاض السطح العلوى للكوش وحصول اللون الوردى على السطح العلوى . ولأجل عدم ضياع الحرارة ولاستواء الطبقة العليا من الحجارة يغطى السطح الأعلى بطبقة من لياسة الطين لحفظ الحرارة ، وبعد أن يتم الحريق ويكون عادة بعد ٤٨ ساعة تترك الكوش لتبرد وثم يستخرج الجير بعد ذلك للعمل .

وتبنى كوش النوع الثانى وهى المستمرة من الخارج بالدبش والمونة المعتادة ومن الداخل بطوب الحرارة — اسوانلى — وطريقة ملء هذه الكوش (شكل ١٦) هى إما بالمصبعات أو العقود فيرص الوقود أيا كان سواء من حزم البوص أو قطع الخشب يمد فوقها طبقة من الفحم الحجرى أو الكوك ثم يوضع فوق هذه الطبقة مدماكين أو ثلاثة من الحجارة الجيرية وهكذا بالتبادل الى أن تمتلئ الكوشة ثم تجرى عملية الحريق وكلما هبطت الرصات يستعاض بدلها وهكذا ، ودرجة الحرارة المطلوبة لحرق الجير هى من ١٣٠٠° الى ٢٠٠٠°

ويوجد نوع آخر من الكوش ولا يستعمل بالقطر المصرى . كما فى (شكل ١٧) لا يمتزج فيه الحجر بالفحم بل يوضع الوقود فى الجهة الجانبية ويمر لهبه من قناة توصله أسفل الحجر الموضوع فى الفرن ويخرج الجير بعد الحريق من الجهة الجانبية ويعوض بحجر يرمى فى الفرن من الجهة العليا وبهذه الحالة تكون هذه الكوشة مستمرة .

ملاحظات :

من الممكن وضع ٧٠ مترا مكعبا من الحجر مرة واحدة وينتج منها ما يقرب من ١٤٠ مترا مكعبا من الجير ، وقد وجد بالتجارب أن المتر المكعب من حجارة المكس الجيرية ينتج ١,٦٢٥ مترا مكعبا من جير مطفى (مطفأ) ناعم ، ٠,٠٣٧ مترا مكعبا من الصرفان أى مواد غير محروقة .

والكمية ١,٦٢٥ متر مكعب تطابق الى ١,٠٥٥ م ٠ م ٠ من الجير المحال الى عجينة مقاسة فى حيضان الطفى أو الى ١,٢٣٣ م ٠ م ٠ من الجير المحال الى عجينة عادية .

وكمية الماء اللازمة لطفى متر مكعب من الجير الحى هى ٥٠٠ لتر ويلزم ٥٠٠ لترا أخرى لتحويل الناتج إلى عجينة .

فالمتر المكعب الذى وزنه ٨٠٠ كيلو جرام ويحتاج الى ٥٠٠ لتر لطفيه يصـير حجمه ٢,٠٥ مترا مكعبا واذا تحول الى عجينة بإضافة ٥٠٠ لتر أيضا صار حجمه ١,٥٣٠ مترا مكعبا .

وزن المتر المكعب من الجير بعد حرقه من حجر المكس	٨٤٦	كيلو جرام
« « « « « الناعم المطفى «	٧٤٢	«
« « « « « « المعجون «	١٥٠٠	«
وزن المتر المكعب من الجير بعد حرقه من محاجر الجيوشى	١٣٤٠	«
« « « « « « الناعم المطفى «	٦٤٥	«
« « « « « « « المعجون «	١٣٢٠	«

وعلى العموم فلا يســتعمل الجير إلا بعد أن يكون مهزوزا بمهزة ذات عيون ســعة العين منها مليمتران وذلك لتجريده من المواد الغريبة مثل الصرفان والأوساخ .

الجـــــير الاعتيـادى

وهو المسمى بالبلدى ، هو ما اشتمل على مواد غريبة وكان مقدار الجير النقى به حوالى ٨٠ ٪ والمواد الغريبة هــذه هى الطينية مثل سليكات الألومين . واذا طفئ هــذا الجير فلا يحدث فورانا وانتفاخا مثل الجير الدسم ، ولونه يكون رماديا تقريبا كذلك يكون لون الجير السلطانى الدسم أيضا .

الجـــــير الدولوميتى

يحتوى هــذا النوع على مقدار كبير من المغنيسيا وكما ذكرنا آنفا فى مبحث الحجارة أن الحجر الدولوميتى يحتوى على مقادير نسبية كبيرة من هذه القاعدة (١) ثم ان هذا النوع من الحجارة هو أصل الجير الذى نحن بصدده .

وتقلل المغنيسيا من تمدد الجير عند طفيه وتنقص من مقدرته على الفوران وتجعل هذا الجير أقل قيمة من الباقى من حيث الاستعمال .

والمعادلة الكيميائية للتفاعل عنــد حرق الحجـارة الدولوميتيــة مشابهة تماما لمثيلتها فى الحجـارة الكلسية وهى :

$$\text{مغ ك ا}_{٣} \rightarrow \text{مغ ا} + \text{ك ا}_{٢}$$

وميزة هــذا النوع من الجير هو أن المونة المصنوعة منه تكون صلبة جدا بعد مرور عام وتعادل صلابتها ضعف صلابة مونة الجير السلطانى .

(١) القاعدة فى العرف الكيميائى هى أوكسيد أى معدن أو أوكسيد ايدراتى والتى تكون أملاحا بتأثير الأحماض عليها .

وقد صنعت قوالب اختبار من مونة مكوّنة من جزء جير و جزأين رمل و باجراء تجربة الشــد عليها بعد مرور عام وُجد أن القالب المصنوع من مونة الجير الحى تحمّل ٤٥ رطلا على البوصة المربعة بينما المصنوع من مونة الجير المغنيسى تحمّل ٩٣ رطلا على البوصة المربعة .

الجـــير المـائى

تُنسب الخاصية الايدروليكية للجير الى تكوين سليكات جير « من تأثير النار » تسيل عند الطفى كالجـير الدسم وتحصل هــذه الميوعة ببطء زائد وانتشار حرارة أقل --- واذا عُرض الجير المـائى (الايدروليكى) للهواء امتص (مثل الجـير الدسم) كيـة من حمض الكربونك و يؤول بطول الزمن الى ايدر وكربونات الجير .

ولكن فى المـاء — الذى لا يحتوى على حمض الكربونك — يبقى الجير الدسم رخوا — بخلاف السليكات المحتوى عليها الجير الايدروليكى فانها تتصلب وتصل فى آن واحد الى جير ذى شراهية للسليس بحيث اذا خلط الجـير الايدروليكى بالرمل فان الجير يتحد معـه و يتكوّن جسم واحد من سليكات الجير الغير قابل للذوبان .

تحصل الخواص الايدروليكية للجير بوجود السليس . وأما الآلومين (الطفل) والمغنيسيا فانهما يحسنان هذه الخواص . وأوكسيد الحديد وأوكسيد المنجنيز (إن وجدا) يضعفان تلك الخواص . ونتلخص أنواع الجير فيما يأتى :

١ — **الجير ضعيف الايدروليكية** — يشكّ هذا الجير فى المـاء فى مدّة من ٩ الى ١٥ يوما و يكون به ٩٠ جزء جير ، ١٠ أجزاء سليس وآلومين .

٢ — **الجير متوسط الايدروليكية** — وهو يشك فى المـاء فى مدّة من ٦ الى ٩ أيام و يكون به ٨٠ جزء جير ، ٢٠ جزء سليس وآلومين .

٣ — **الجير عالى الايدروليكية** — يشك فى المـاء فى مدّة من ٢ الى ٦ أيام و يكون به ٧٠ جزء جير ، ٣٠ جزء سليس وآلومين .

٤ — **الاجيار النهائية** — تشك بأسرع ممـا ذكر و يكون بهـا ٦٦ جزء جير ، ٣٤ جزء سليس وآلومين .

وجبال الوجه القبلي كثيرة الاشتمال على الحجارة الجيرية المائية وتوجد بالأخص فى «دهدة الحاوى» شرق إدفو وفى «طيبه» ، «جنيفه» ، وببعض محاجر جبل المقطم .

يكون الثقل النوعى للجير من ٢٫٥ الى ٢٫٨٠ وبعد هرسه بهزة تشتمل البوصة الطولية منها على ١٨٠ عينا لا تكون فضالته فيها إلا بقدر يتراوح بين ٢٠ ./. ، ٢٥ ./. من مقداره .

ويجدر بنا أن نذكر المعادلات الكيميائية لنوع الجير الايدروليكى : ففى الجير العالى الايدروليكية يوجد كل من الجير والسايكا والألوميا بنسب حتى تتكون بها السايكات التى فيها نسبة السليس ٥٫./. مع نسبة الجير ٨٠ ./. وهى ذات الرمز (٣ كا ا . س ا$_{٢}$) وأما ألومينات الجير فيرمز لها هكذا (٣ كا ا . أل$_{٢}$ ا$_{٣}$) أو بالرمز (٢ كا ا . أل$_{٢}$ ا$_{٣}$) .

الجـــير الســـيلينتى

وهو جير ضعيف الايدروليكية زيدت فيـه قوة الايدروليكية باضافة جزء قليـل من كبريتات الكالسيوم وأطلق عليه هـذا الاسم المشتق من اسم سيلينايت (Selens باليونانية معناها القمر) وهو المعطى لسلفات الجير الايدراتية المتبلورة الشفافة .

وثم أن كمية سلفات الجير التى تضاف هى عبارة عن مقـدار ٥ ./. من بياض باريس . ومن الغريب ان إضافة بياض باريس بالنسبة المذكورة يعطى للمونة صلابة كبيرة فقد رؤى أن المونة المركبة من جزء جير نقى وثلاثة أجزاء رمل تكون ذات قوة معادلة لمونة مركبة من جير مضاف اليـه بياض باريس مع خمسة أجزاء من الرمل ... !

غير أن هـذا النوع من الجير يسـتعمل فقط فى البياض ولا يمكن تعميم استعماله كمونة للبناء لأن سلفات الجير قابلة للذوبان فى المـاء ولذا فلا يصح أن تكون معرضة للتأثيرات الجوية .

الجير العالى الايدروليكية — وهو « كا أو جزنا » ذلك النوع من الجير الذى به نسبة الجير (أوكسيد الكالسيوم) هى ٧٠ ./. وهى النسـبة المتراوحة ما بين ٦٠ و ٧٥ فى المـائة والباقى يكون من العنصرين السليس والألومين . ثم ان أنواع الحجارة الجيرية المستخرج منها مثل هذا النوع من الجير تكون فى الغالب محتوية على كربونات كلسيوم بنسبة بين ٧٠ و ٨٠ فى المـائة ومن ١٣ الى ١٧ فى المائة سليكا وتكون بها نسبة مئوية متغيرة غير ثابتة من الألومينا وأوكسيد الحديد (فيرا) وتكون هذه النسبة محصورة بين ١ و ٦ فى المـائة فى أغلب الأحوال .

ثم ان أحسن الاجيار المائية هو ما كانت به جميع السايكا والألومينا متحدة مع أوكسيد الكالسيوم ، وهـذه القاعدة «أوكسـيد الكلسيوم» موجودة بكثرة فائقـة تكفى لتحلل السليكات والألومينات

الحاصلة من تأثير الحرارة « الناشئة من حرق الحجر الجيرى » بواسطة الفوران الذى يحدث عن طفى الجير .

وإذن فإن أحسن جير مائى هو ما احتوى على نسبة مئوية كبيرة من الجير الحر أكثر مما هو مظنون اذا فرضنا أن جميع السليكا تكون بعد الحرق عبارة عن المركب الآتى وهو (٣ كا ا ٠ س ا٢) .

جير تيل — (Teil بلد بفرانسا) هو نوع من الأحجار المائية ويحتوى على ٢٤ ٪ من السليكا مع مقدار حوالى ٦ ٪ من الألومينا ، ٧٠ ٪ جير . وهو جير عالى الايدروليكية كان مستعملا بمصر بكثرة سابقا لزمن السيمنت وكان يرد داخل أكياس مختومة (شيكارات) سعة الشيكارة الواحدة ٥٠ كيلو جراما وهو منخول جيدا وقد أجرى تحليل كيمائى لأحجار محاجر تيل ولأحجار من بقع أكثر ايدروليكية فكانت النتيجة كالمبين بعد لكل من النوعين على التوالى :

ماء وحمض كربونك	٣٧,٦٠	٣٥,٠٠
جــير	٤٦,٣٠	٤٤,٨٠
سليكا (سليس)	١٤,٠٠	١٧,٢٠
أوكسيد حديد	١,١٠	٠,١٠
ألومينا (ألومين)	١,٠٠	٢,٧٠

الصرفانه(١) — إن ناتج التفاعل بين الجير والسليكا والألومينا فى القائن هو ذوبان (انصهار) هذه المواد وبما أنها تكون متوزعة بغير ترتيب فان مثل هذا الانصهار يكون مختلفا ومتنوعا ففى بعض النقط تتحد السليكا والألومينا بجزء صغير من الجير الحر وعند طفى هذا النوع من الجير فان العناصر المتحدة مع الجير الحر لا تنتفش ولكن تبقى على حالة صلبة .

ويتركب الصرفان من سليكات الكلسيوم وإذا طحنت فانها تنتج نوعا من السيمنت وهذه اذا جمعت بعد غربلة الجير وسحقت الى مسحوق ناعم تحولت الى نوع جيد من السيمنت — يشابه السيمنت الطبيعى فى تركيبه وخواصه غير أن نقيصته وما يجعله أقل درجة من سيمنت بورتلاند هو أن أجود نوع منه يحتوى على كمية مقدارها من ٣ الى ٤ فى المائة من الحجر الجيرى الذى لم يتحلل .

(١) Grappiers.

اختبــار الجــير المــائى

(١) التحليل الكيميائى — من المعقول جدا أن مختلف الأحجار من الحجارة الجيرية المتنوعة تكون ذات تراكيب عنصرية متباينة ولذا فلا يمكن عمل مقارنة بينها جميعا .

ومعلوم أن الأحجار تمتص ثانى أوكسيد الكربون والرطوبة (الماء) من الهواء، فلذا اذا أريد تحليل عينة فيمكن وضعها فى زجاجات ذات أغطية عقب إخراجها من القمينة مباشرة . ويمكن أن يعرف أن الجير تام الحريق بمقدار ما يتخلف فيه من ثانى أوكسيد الكربون كما أن الايدروليكية تعرف بمقدار السليكا الموجودة به .

(٢) اختبارات أخرى — (أ) لاختلاف الثقل النوعى لمختلف الأحجار شأن كبير، ولذا تقارن جودتها بالنسبة لجودة السيمنت البورتلاندى الذى ثقله النوعى ٣,١ فيكون الثقل النوعى لها بين ٢,٧ و ٢,٩

(ب) تجربة الشدّ والضغط — فى الحقيقة لانحتاج لمعرفة القوّة التى اذا أثرت على مؤنة من هذه الأحجار وشدّتها فقطمتها، غير أن المهم هو مقدار القوّة الساحقة لها أى مقدار ما تحمله من الضغط، بيد أن الجهاز الميكانيكى للتجربة الأخيرة هو أكبر بمراحل وأصعب من جهاز تجربة الشدّ، وقد وجد بتكرار الاختبارات أن مقدار القوّة التى تقطع مونة من الجير فى حالة الشدّ هى $\frac{1}{5}$ أو $\frac{1}{6}$ القوّة التى تضغطها فتسحقها، وقد أجريت تجارب على جير عالى الايدروليكية حضرت منه مؤنة بنسبة ١ جير و ٣ رمل فكانت مقدار القوى المذكورة بالأرطال هى حسب ما يأتى :

	بعد ٧ أيام	بعد ٢٨ يوم	بعد سنة
شـــد	٦٤	١٠٠	٢٩٩
ضـــغط	٣٦٥	٦٨٣	١٩٢٠

بيد أن اختبار مونة جير اعتيادية بنسبة ١ جير، ٢ رمل يعطينا ٢٤ رطلا فى حالة الشدّ و ٢٢ رطلا فى حالة الضغط .

الباب السادس

السيمنتات

العلاقة بين السيمنتات والأجيار

يختلف السيمنت عن الجير بأن الأول محروق لدرجة حرارة مرتفعة جدا ينتج منها اتحاد كيميائى متين بين الحوامض والقواعد ويحصل منها على جزيئات مصهورة تقريبا .

وهذه الجزيئات الصغيرة لابد من أن تطحن حتى تصير ناعمة جدا ، وهى بخلاف الجير عقب خروجه من القمائن ، فانها عقب استخراجها من الأفران لا تتأثر مثله بالماء (فتنطفئ وتنهار الى مسحوق) بل يجب — لكى تتحد بالماء — ان تسحق ناعما أولا حتى انها تقبل أن تمتزج بالماء . ولذا فالسبب فى أن ثمن السيمنت مرتفع عن ثمن الجير المائى هو ما يستلزمه الأول من المصاريف لأجل صيرورته ناعما .

وتنقسم السيمنتات الى قسمين طبيعية وصناعية ، فمركبات النوع الأول هى عادة حجارة طينية طفلية (أرجيلية) محروقة وتحتوى على مقدار كبير من الأكاسيد المكونة للأحماض وهى السليكا والألومينا والفيرا (أوكسيد الحديد) مثل الحال فى السيمنت الرومانى . وأما النوع الثانى فهو مثل السيمنت البورتلاندى مصنوع من مخلوط الجير (الطرى أى الطباشيرى) والطين بنسب يجعل الأحماض والقواعد موجودة بمقادير تهيئ اتحادا متينا ناتج قوة عظيمة .

وممكنا أن نعبر كيميائيا ان السيمنتات الطبيعية بها أحماض كثيرة كما أن الأجيار المائية بها قواعد كثيرة (الجير الحر) و بمقارنتهما مع السيمنتات الاصطناعية يصح أن نرتب الجميع كالآتى :

«أحماض بكثرة» السيمنتات الطبيعية	القوة العظمى ← السيمنت البورتلاندى	«قواعد بكثرة» الأجيار المائية

السيمنتات الطبيعية

الخواص العمومية — تحضر هذه السيمنتات بحرق حجارة جيرية طفلية أى حجارة جيرية محتوية على جزء من مادة طينية ، وتحرق الحجارة المذكورة لدرجة حرارة أقل من الدرجة المطلوبة

فى عملية تحضير السيمنت البورتلاندى ، ثم ان المتحصل الشبيه بالمصهور أو الخلخى يكون قابلا للطحن . وهذه السيمنتات تشك بسرعة نظرا لكثرة مقدار ما تحتويه من الألومينا ، ويمكن تمييزها عن أنواع السيمنت البورتلاندى بواسطة الثقل النوعى الذى يندر أن يزيد عن ٢,٨ أو بواسطة اللون حيث تكون ألوانها ذات صبغة صفراء أو سمراء وذلك سهل التمييز عن اللون الأزرق الرمادى وهو لون السيمنتات الاصطناعية . واذا عملت مونة من السيمنتات الطينية مع الرمل فلا يكون هناك اتحاد عام ولذا فلا تصلح لاضافة الرمل اليها .

وتستعمل هذه السيمنتات فى أميركا بدلا من الجير المائى فى الأشغال الصناعية (المائية) نظرا لسرعة الشك واذا أريد جعلها تشك ببطء فيضاف اليها مقدار من بياض باريس غير أن ذلك يضعف من قوتها وغاية مايضاف منه يكون بنسبة ١ ٪ ولا يمكننى أن أذكر تفصيليا شرح الحجارة الطبيعية التى تستعمل فى تحضير هذه السيمنتات ولكن يمكن أن تقسم المتحصلات السيمنتية الى النوعين الآتيين :

أنواع السيمنتات الطبيعية

(ا) **السيمنت الرومانى** — يستحضر من مواد طينية يكون بها طين بنسبة متفاوتة بين ٣٠ ، ٤٥ فى المائة ويتميز بسرعة الشك وبلونه الأسمر وقوته نحو $1\frac{1}{2}$ قوة السيمنت البورتلاندى وتضعف هذه القوة اذا خلط بالرمل وقد وجد أن أحسن نسبة للخاطه مع الرمل هى ١ سيمنت رومانى ، ١ رمل .

وبما أن زمن شكه يكون حوالى ١٥ دقيقة عقب الخلط فيلزم دائما تجهيز كميات قليلة من المؤنة . ويزن البوشل منه (عيار انجليزى يعادل ٨ لترات) اذا كان مطحونا ٧٥ رطلا واسمه بالانجليزية (Roman Cement) وتوجد أنواع سيمنتات أخرى رومانية تحمل الأسماء الآتية : مدينا (Medina) ويتبى (Whitby) ، أتكينسون (Atkinson) .

(ب) **سيمنت بورتلاند طبيعى** — أعطى هذا الاسم جزافا الى متحصلات حجارة طبيعية معينة والتى تركيبها يشابه لتلك المستعملة فى تحضير السيمنت الاصطناعى وهذا المتحصل الطبيعى أقل قوة من المتحصل الاصطناعى لأن تراكيب الحجارة الطبيعية المذكورة فى الاثنين تختلف كثيرا وكذلك لأن طريقة الحريق ودرجته ليست كاملة فى المتحصل الطبيعى وثقله النوعى صغير ويحتوى على سلفات الكالسيوم التى تقلل من سرعة الشك .

قوة السيمنتات الطبيعية

تزداد قوة السيمنتات الطبيعية وتبلغ أقصاها بعد ستة شهور ، وقد وُجد أن هذه السيمنتات تحمل قوة شدّ قدرها من ٣٠٠ الى ٥٠٠ رطل للبوصة المربعة ونسبة قوة الشدّ لقوة الضغط لها هى ٥ ل ١ مثل الأحجار المائية .

سمنتات البوتسلانة . Hydraulic

بوتسلانة اسم مشتق من اسم قرية بالقرب من نابل (Nopoli) اسمها بوتسولى (Pozzuoli) وأطلق اسمها على المواد السليسية الطبيعية والاصطناعية التى عند طحنها وخلطها مع الجير تعطى خواص ايدروليكية بدون الاحتياج الى حرقها . وتختلف هذه المتحصلات فى التركيب اختلافا واسعا ويكون بها جزء متفاوت بين ٣٠ ، ٧٠ فى المائة من السليكا (س ا٢) ومن ١٠ الى ٢٠ فى المائة من الألومينا (ال٢ ا٣) ومن ٥ الى ٢٠ فى المائة من أوكسيد الحديد (ح٢ ا٣) ويوجد بها أيضا جزء بسيط من الجير (كا ا) وأوكسيد المغنسيوم أى المغنيسيا أو ما يسمونها مانيزيا (مغ ا) ويكون ذلك بنسبة لاتربو عن ١٠ ./. ويمكن أن يكون بها أيضا نسب صغيرة متفاوتة من البوتاس (بو٢ ا) والصودا (ص٢ ا) بقدر ٤ ./. تقريبا لكل منهما وحوالى ٩ ./. من الماء (يد٢ ا) .

البوتسلانة الطبيعية — هى متحصلات بركانية من مقذوفات البراكين الإيطالية، وتوجد إما على هيئة غبار مخلوط بأجزاء خشنة مسامية تشبه حجر الخرفيش أو بشكل طينى . وتكون هذه المواد إما على سطح الأرض أو بجوفها على عمق عظيم ، وعلى العموم فتغربل المواد المذكورة وتطحن ومن ثم تخلط مع الكمية المطلوبة من الجير المطفأ حتى يتحصل منها على مادة ترابية (جافة) تكون هى السيمنت المطلوب .

البوتسلانة الصناعية — يتحصل على بوتسلانة جيدة من احدى الطريقتين الآتيتين ومن الغريب أنهما تختلفان :

(١) تكلّس بعض الحجارة الجيرية ويكون فيها الجير مخلوطا بالطفل وتكون نتيجة هذه العملية تكوين سليكات جير ، وعلى كل حال فلا يتبقى جير خالص بكمية كافية بحيث أن متحصل التكليس يحال الى غبار . ولا يحدث الماء أدنى تأثير على هذا الغبار إلا بخلطه مع كمية من الجير الدسم بنسب مخصوصة ، فيخلط جزء واحد من الجير الدسم مع أربعة أجزاء من الطين النباتى بعد إحالة كل منهما الى عجينة متوسطة اللين ويكون الخلط فى قناة مستديرة عرضها نحو العشرين سنتيمترا ونهايتها

تبعد عن المركز حوالى ١,٦٠ متر تحـرك فيها عجلات تدور على محور رأسى موضوع فى مركزها لأجل سحق مواد الخلط ومزجها ببعضها مزجا تاما، ويضاف المـاء أثناء هذه العملية بحيث يكون تماسك المخلوط مثل تماسك طينة قوالب الطوب . وإذ ذاك تصنع منه قوالب شكلها منشورى تترك أسبوعا كى تجف ثم تحرق فى كوش الجير وتترك بها لمدة أربعين ساعة .

(٢) للبقايا المتخلفة من الصناعات المختلفة خصوصا فى استخراج الصلب والحديد تركيب عنصرى مماثل لبوتسلانات طبيعية عديدة . والأنواع المحتوية على نسبة معتدلة من الجير هى الأكثر استعمالا فى صناعة البوتسلانات الاصطناعية ، فتستقبل هذه البقايا « وهى منصهرة سائلة خارجة من الأفران » فى المـاء فتتكسر قطعا صغيرة وتتجرد من الكبريت الذى يكون بها على حالة سلفيد الكالسيوم . ثم تؤخذ وتجفف بواسـطة تمرير الهواء الساخن عليها وتُطحن وتخلط مع الجير الدسم ، ثم يضاف الى المخلوط جزء قليل من السيمنت البورتلاندى ليساعد فى التصلب و يقلل من التمدد .

خواص وقوة سمنتات البوتسلانة

تختلف أنواع السيمنتات المذكورة فى اللون كثيرا وذلك لاختلاف النسبة المئوية للحديد فيها، لكنها على العموم ذات لون فاتح كما هو المنتظر من جميع المواد الداخل فى عناصرها الجير ، وثقلها النوعى حوالى ٢,٨ ، ولون أن البوتسلانات أقل درجة ومرتبـة من السيمنت البورتلاندى ولكن البوتسلانة المطحونة جيدا والجيدة الخلطة تكون ذات قوة عظيمة . وقد وجد أن قوة الشد للبوتسلانة المتكونة من جزء من الجير مع ثلاثة أجزاء بقايا جلخية هى ٦٠٠ رطلا للبوصـة المربعة . وقد ذكر (Johnson) أن نسبة قوة الشد الى قوة الضغط للبوتسلانة المذكورة هى كنسبة واحد الى عشرة فى حين أن (Eckel) أوجدها واحد الى خمسـة وذكر أن قوة الشد لها بعـد مرور أسـبوع هى ٤٦٠ رطلا للبوصة المربعة و ٦١٥ رطلا بعد ٢٨ يوما . وعند ما عملت منها مؤنة بنسبة ١ بوتسلانه ، ٣ رمل وجد أنها تتحمل ١٥٧ رطلا بعد ٧ أيام، ٢٠٩ رطلا بعد ٢٨ يوما .

وللعناصر الداخلة فى تركيب البوتسلانة خواص مائية هذا عدا إضافة الجير الخالص ، وذلك نظرا لاحتوائها على نسب جزئية من القواعد . ثم أن قوة البوتسلانة ترجع دائما الى مقدار الجير المضاف .

والسبب فى عدم شـيوع هذه السيمنتات من أجل تحضـير المؤن يعـزى الى شيء واحد وهو احتوائها على سلفيد الكالسيوم(١) الذى يتحلل من اتحـاده مع الهواء الجوى الرطب فيتجرد الايدروجين المكبرت الحادث من فعل هذا الاتحاد ، وعند ما تتأكسد هذه المركبات الكيميائية فانها تتمدد وتُحدث

(١) و يلاحظ أن الخرسانة المصنوعة من جلخ الحديد تتمدد نظرا لأن سلفيد الكالسيوم موجود فى الكوك .

سلفات الكالسيوم . واذا عملت قوالب من هذه السيمنتات وحفظت بالماء ثم كسرت رؤى أن لون مكسرها مائل للاخضرار، واذا أضيف عليها حامض مخفف لتأكد الإنسان من وجود سلفيد الإيدروچين (الإيدروچين المكبرت) بالنسبة لرائحته .

القصرمل

يمكن أن يطلق على نوع القصرمل اسم بوتسلانة متحلل ، وهو الرماد الناشئ من حرق الزبال في المستوقدات العمومية ، ويتركب من السليس والألومين وأوكسيد الحديد وأوكسيد المنجنيز وأملاح جيرية وأملاح منجنيزية و بوتاسا . و بما أن الزبال هي الأوساخ فيحتوى القصرمل إذن على رماد مواد عضوية وطين محروق (مكلّس) المحتوى على كثير من السليس .

ويستعمل القصرمل فى المون ببعض الجهات بالقطر المصرى ، ولونه أسود اذا كان نقيا ، وتعرف نقاوته اذا وضع جزء منه فى الماء فيكون نقيا اذا لم يرسب منه شيء وان رسب منه فيكون ممزوجا بالأتربة .

ويُهز القصرمل بهزات حتى يصير خاليا من الأوساخ . وغالب استعماله فى المؤن المستعملة فى المحال الرطبة (و يضاف اليه الجير بالنسب التى ستعرف بعد فى مبحث تحضير المون) .

وقبل أن نتكلم على السيمنتات الآتية يصح أن نذكر شيئا عن الطين النباتى :

الطين النباتى

لنتكلم تحت هذا العنوان على معظم أنواع الطين التى تهم موضوع الكتاب . فالاسم الكيميائى الاصطلاحى هو سليسات الألومين الإيدراتى المعبر عنه بالطَّفل . وكلها أجسام لطيفة الملمس تقطع بالسكين بسهولة وتكوّن عجينة مع الماء تكتسب أشكالا كثيرة حسب الارادة . وتكتسب العجينة المذكورة صلابة عظيمة عند حرقها . (ومن شراهية أنواع الطفل العظيمة للماء فانها تلتصق باللسان) .

التكوين الجيولوجى — كافة الطبقات المختلفة عبارة عن رسوبات ثانوية وهى نتيجة تحليل الصخور العتيقة ، و يرجع أصلها تقريبا الى تحليل الفلسبارات التى فى الصخور البركانية نتيجة تأثير الجو عليها ، ولكن بما أنه توجد كتل عظيمة من الفلسبارات المتحللة ذات عمق مئات الأقدام وهى كما هى فى محلها فلا يمكننا والحالة هذه أن نسلم بأن الجو قد أثر عليها فتحللت ؟ ولكن ممكننا أن نصدّق بأن هذه الرواسب الطينية تكونت من التحليل نتيجة الأبخرة التى نفذت فى الفلسبارات من

---

(١) وهى القواعد : البوتاس ، الصودا ، الكالسيوم ، متحدة مع الألومينا والسليكا . (بوم ا ألم أم ٠ ٦ س أم)

أســفل ، وبالأخص من تأثير حامض الهيدروفلوريك[١] الذى بمقدوره أن يؤثر على السليكا التى فى الفلسپارات ويذيبها[٢] وبذا تكون «القواعد» حرة فتخرج على هيئة سائل تاركة سليكات الألومينيوم وهو الطين .

أنواع الطين — يكون الطين إما رسوبيا وإما منقولا ، فالنوع الأول هو ناتج التحليل للصخور ويمكن تمييزه بالنسبة لمماثلة خواصـه للصخور المتكونة منها ، ومثل هـذه الطينات تغوص فى الصخور التى أسفلها بدون تحـديد مستويات طباقية فاصـلة بين النوعين ، ويدخل الكاءولين (الطين الصينى) فى هذه الفصيلة .

واما النوع الثانى فتدخل ضمنه كافة أنواع الطينات الصالحة لعمل قوالب الطوب وهى طبقات رسوبيــة تتشابه مع الصخور الرسوبيــة فى حالة الترسيب ومعنى ذلك أنها تكونت تحت المـاء . ويمكن أن تُعرف بواسـطة الطبقات الراسبة المجاورة لهـا ، وتعرف أيضا من المستوى الطباقى الذى يفصل بين طبقات هذه الطينات ويمكن تمييز الصخور التى بأسفلها عن طبقات النوع الأول .

الأنواع المختلفة للطينات المنقولة

أنواع هذه الطينات هى الطين البحرى الذى رسب فى قاع المياه العميقة ويحتوى على جزيئات دقيقة من ما تقذفه الأنهار بعيــدا الى الأوقيانوسات وما يتآكل من الشواطئ والجروف . ويوجد هــذا الطين فى مسطح عظيم جدا بالطبع . والنوع الثـانى هو أقل انتشارا من الأول وهو الراسب فى البحيرات وعنــد مصبات الأنهار والجداول ، وتكون هــذه الطينات عادة مختلطة مع طبقات من الرمل والحصى أو ممتزجة معها[٣] .

الخواص الطبيعية للطين

الخاصية الظاهرة جدا للطين هى قابليته للتشكيل حسب الارادة ، ويتوقف استعماله على هــذه الخاصية ويفقدها عند ما يسخن لدرجة حرارة يكتسب عندها صلابة قوامه .

وهذه الخاصية معزوة الى وجود كاءولين بحالة سليكات الألومينيوم الايدراتى ولكنها لا تتوقف على مقدار هذه الكمية فاذن وجب علينا أن نعرف منشأها . ثم ان أنواع الطين التى بها هذا المعدنى بنسبة من ٥ الى ١٠ فى المـائة تكون أسهل قبولا للتشكيل .

(١) وهو غاز يشابه حامض الهيدروكلوريك فقط له فعل كيميائى أشد . (٢) لذا يستعمل هذا الحامض فى أعمال النقش على الزجاج . (٣) هذا خلاف نوع آخر كان قد تكون فى شمال أوروبا وقذف مع ألواح الجليد العائمة الى الشواطئ القريبة هناك وليس لهذا أهمية ويصح اغفاله .

ومن دراستنا بالفلسفة الطبيعية لمبحث «شد أسطحة السوائل Surface Tension» نفهم أن بالماء خاصية الالتصاق بالأجسام الصلبة، فاذا نديت أى مادة مسحوقة ناعما جدا فالمنتظر طبعا أنها تورى قدرتها وقابليتها للتشكيل، فالطين يحتوى على جزيئات صغيرة جدا قدرها (Ries) بأن أكبر قطر للجزىء هو $\frac{1}{1000}$ من المليمتر، وان كثرة قابليتها للتشكيل يكون تبعا لدقة هذه الجزيئات وقد بنى هذا البحاثة كلامه على التجارب بين الجزيئات وبأنه كلما كانت الجزيئات ناعمة كلما سهل انزلاقها على بعضها . «هذا ولو أنه لا توجد علاقة مباشرة بين هاتين الخاصيتين» ثم ان السبب فى وجود هذه الخاصية بطينة الكاءولين هو طبيعة (السليكا والألومينا) الشبه صمغية .

التركيب المعدنى «المنيرالوچى» للطين

قلنا أن الطين ناتج تحلل الفلسبارات . ومرارا ما أُوقف ذلك الانحلال قبل إتمامه ولذا فان للطين خاصيات غريبة، فهو لا يحتوى فقط على بقايا الفلسبارات بل على أجزاء من الصخور النارية مثل الكوارتز والمايكا . ويدل وجود مثل هذه العناصر على وجود جواهر أخرى ثانوية مثل الكالسايت والجبس المتكوّنان من تغيرات كيمياوية حدثت بعد ذلك .

وأشهر العناصر المتكون منها الطين هى : الكاءولين ، الكوارتز، المايكا ، الفلسبارات ، البايرايت، أكاسيد الحديد، الجبس، الكالسايت، الدولومايت، مواد كربونية والماء . وقد سبق وأوجزنا ماهية كل من هذه العناصر فى مبدأ الكتاب وسنتكلم على تأثيرها فى خواص الطين فيما يأتى :

(١) الكاءولين — ويسميه الأمريكان كاءولينايت . تُسمى به كل أنواع الطين التى بها هذا العنصر على حالة غير نقية . ويوجد فى حالة التبلور على هيئة شقائق سداسية دقيقة صغيرة ويكون تركيبه الكيميائى : (أل$_2$ ا$_3$ ٢٠ سر ا$_2$ ٠ ٢ يد$_2$ ا) ووزنه النوعى «من ٢,٢ الى ٢,٦» ودرجة صلابته «٢» وهو عادة الناتج من الفلسبارات (أورثوكلايزية وغيرها) بعد تجريدها من كل من القواعد : البوتاس والصودا والجير .

(٢) الفلسبارات — وتوجد على حالتها غير مؤثر عليها ويمكن تمييزها عن باقى العناصر الأخرى «بواسطة المجهر» ، والأورثوكلايزية منها هى الأكثر وجودا على هذه الحالة .

(٣) المايكا — وخصوصا المسكوفايت التى تحمل العوارض الجوية توجد فى معظم أنواع الطين .

(٤) الكوارتز — وخصوصا المنفرد منه ، ووجوده بكثرة يقلل من قابليـة الطين للتشكيل فيجعله قابلا لامتصاص المـاء غير إن وجوده يقلل من الانكماش الذى يحصل للطين حين جفافه .

(٥) بايرايتا الحديد — والمـاركازايت أيضـا يوجدان فى الطين : ووجود البارايتا غير مقبول لأن كبريتور « سلفيد » الحديد هـذا يتأكسد من التأثيرات الجوية ويكون من وراء ذلك تكوين حامض الكبريتيك الذى يتسبب فى تكوين الجص وبعض عناصر أخرى غير مطلوبة .

(٦) أوكسيد الحديد — (ح٢ أ٣ « فيرا ») يحدث من انحلال العناصر التى بها حديد ويتسبب من وجوده فى الطين تلوينه عنـد حرقه واذا كان هـذا الأكسيد إيدراتيا فيسمى ليمونايت[١] ويعطى لونا أصـفر ضارب الى السمرة « مثل المغرة الصفراء » واذا كان مجردا[٢] من المـاء مثل الهـيماتايت[٣] فيعطى لونا أحمرا . وعدا أوكسيد الحديديك المذكور فان أوكسيد الحديدوز (ح أ) يكون بالطين أحيانا .

(٧) الكالسايت — وهى كربونات جير وتنشأ من تأثير ثانى أوكسـيد الكربون فى المـاء المتقاطر على الجير الذى يتحـلل ويتجرد من التأثيرات الجوية على الفلسپارات البلاچيوكلزية وتكون عديمة الضرر اذا وجدت متفرقة ولكنها تضر اذا وجدت متجمعة ويجب إذن ازالتها .

(٨) السيلينايت — وهى كبريتات الجير المتبلورة (كا كب أ٤ . ٢ يد٢ أ) ويسميها عمال الطين فى أوروبا «المـاء المتحجر»[٤] وهى ناتجة من تأثير حامض الكبريتيك على الجير أو على كربوناته ، ووجودها بالطين ضار .

(٩) الدولومايت — كربونات كالسيوم مغنسيوم تحدث من بعض عناصر تحتـوى على مغنيسيا مثل مايكا البايوتايت ، ويلاحظ أن وجود المغنيسيا ضرورى جدّا فى الطين الذى تشـكّل منه قوالب طوب حرارى .

(١٠) مواد كربونية — وهى بقايا النبات والحيوان (بقايا عضوية) ولهـا تأثير على لون الطين وخصوصا على رائحته حيث إن للطين رائحة « مخصوصة » تنتشر اذا نفخ عليـه بالفم ، وهذه المواد العضوية تساعد الطين على الاحتراق .

---

(١) Limonite (٢) Anhydrous (٣) Hæmatite (٤) Petrified water

وكان العلامة جستنيل باشا قد أجرى تحليلا كيائيا للابليز «طمى نيل مصر — الغرين» وكانت نتيجته كما يأتى : —

سليس «سليكا»	٥٣,٠٠
كربونات حديد ايدراتى	١٤,٢٥
الومينا «الومين»	١٠,٠٨
مغنيسيا «مانيزيا»	٣,٠٣
كربونات جير «كربونات كالسيوم»	٧,٢٥
كبريتات جير «سلفات كالسيوم»	٣,٥٠
كلورور صوديوم	٢,٧٥
كربونات صودا	١,١٥
مواد عضوية	٦,٠٠
المجموع	١٠٠,٠٠

سيمنت پورتلاند

نظرة تاريخية بسيطة — إن أقدم أنواع السيمنتات المعروفة (حسب روايات بعض المؤرخين) هو السيمنت الذى استعمله الرومان، وهو مسحوق الاندفاقات البركانية وقد سبق أن تكلمنا عليه. وقد خطت صناعة السيمنت حتى أبرز چوزف أسپدن (Joseph Aspdin) الانجليزى[1] للعالم أجمع اختراعه سنة ١٨٢٤ م وأسماه سيمنت پورتلاند (Portland Cement) نظرا لوجود تشابه فى اللون بينه وبين حجر پورتلاند الطبيعى، واذا دققنا فى الموضوع نجد أن أسپدن «فى الحقيقة» لم يخترع هذا السيمنت ولكنه فوجئ بنتيجة تجربة على السيمنت الأصلى «الرومانى» فوجد أن ارتفاع درجة الحرارة فى الحريق ١٤٥٠° ف بدلا من ٧٠٠° ف يعطى سيمنتا جيدا حيث أنه بعد انصهار «ذوبان» معظم المواد المركبة للمزيج تتكون جملة أملاح مختلفة مثل سليكات وألومينات الكالسيوم.

وقد تحسنت طرق صناعة هذا السيمنت فى عصرنا هذا وها هو الآن يصنع فى جميع البلاد المتمدينة ويكاد ما يصنع منه لا يكفى المطلوب. وبقطرنا ورشة بالمعصرة تحضره بأحدث الطرق التى تختلف كثيرا عن الطرق القديمة. ويمكن أن توضع صناعة السيمنت فى المرتبة التالية لصناعة الحديد والصلب نظرا للدرجة الكبيرة من الدقة التى يستلزمها تحضيره لدرجة ان تحددت له

(١) كان أسپدن بنّاء بالطوب بمقاطعة كنت.

مواصفات خاصــة آخذة فى درجة الاتقان من حين لآخر وأكبر دليل على ذلك ما اضطر جمعيــة (British Engineering Standards Association) التى تقوم بهــذا العمل لإخراج سطور جديدة فى مواصفاتها التى حددتها فى أواخر عام ١٩٢٥ من حيث صناعة واستعمال السيمنت فى المناطق الحارة . ويؤخذ من ملخص ما نشر بالمجلة الشهرية «ديسمبر عام ١٩٢٦» لجمعية مهندسى الانشاءات بلندن أن ما يصــنع من السيمنت البورتلاندى وغيره فى العالم هو حوالى ٥٨ مليون طن فى الســنة وما تخرجه أوروبا من هذا المقدار هو ٢٦ مليونا من الأطنان وما يصنع فى أميركا الشمالية ٢٨ مليونا والباقى بآسيا . وتخرج بريطانيا وحدها ثلاثة ملايين ونصف طنا وألمــانيا ٥٨٠٠٠٠٠ طنا، وفرنسا ثلاثة ملايين وبلجيكا مليونين ونصف .

صــــناعة السيمنت

من المعتاد أن تؤسس ورشة صناعة السيمنت بحيث يكون موقعها قريبا من محل وجود الخامات المستعملة فى تحضيره، والنوعان المستعملان هما أوكسيد الكالسيوم «الجير» (أو الحجر الجيرى نفسه بعد استحالته الى جير) والثانى هو ما يعبر عنه بالطين وهو المتركب من أوكسيد الألومنيوم والحديد وثانى أوكســيد السيليكون[1] . ويخلط هــذان النوعان مع بعضهما بالنسب الجيــدة المطلوبة ويراعى فى ذلك طريقتان أساسيتان لصناعة السيمنت وهما :

(١) الطريقة المبللة . (٢) الطريقة الجافة .

وتتبع المصانع كلا الطريقتين غير أن الطريقة الجافة أى الخلط على الناشف هى الطريقة الحديثة خصوصا فى صناعة السيمنت من بقايا فرن الحديد .

الطريقـــة المبـــللة

تمزج الخامات فى جملة معاجن متعددة ثم تقلّب بواســطة الريش حتى يتم مزجها، ثم تُشــفط وتضغط داخل غرابيل ذات ثقوب تحتوى البوصــة المربعة على ٣٢٤٠٠ عينا حتى يمر من هــذه الغرابيل نحو ٩٨ ٪ من العجينة .

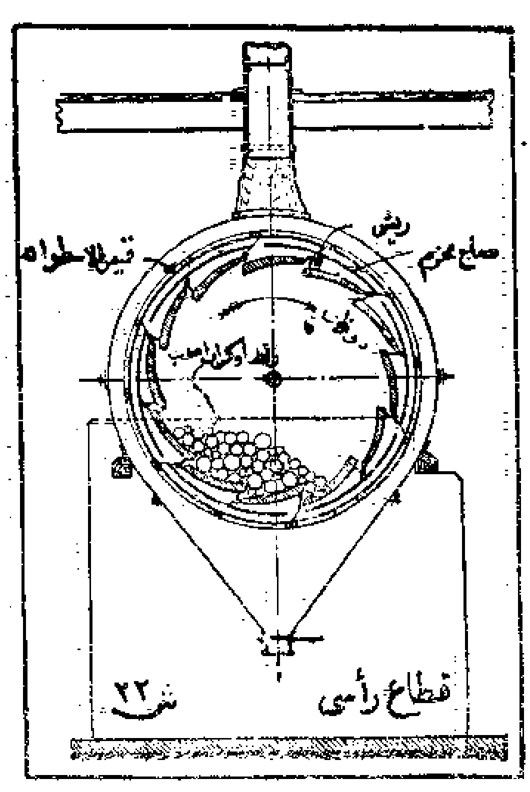
ثم تُشفط العجينة بالطلمبات بعد مرورها من الغرابيل الى صهاريج المزج وصهاريج التخزين العظيمة السعة الموضوعة على مستو أفقى ويستمر فى تقليب العجينة بالطرق الميكانيكية ثم يختبر المزيج وتصلح النسب إن لم تكن مضبوطة .

---

(١) أنظر تجربة التركيب الكيميائى للسيمنت بصفحة ٧٦

ثم بعد ذلك تشفط العجينة وتكبس فى أسطوانة مائلة مصنوعة من الصلب المبطن بالطوب الحرارى من الداخل (مثل الأسوانلى عندنا) وتسمى الفرن المستمرة الدوران وذلك لأجل تحميص العجينة . وقطر هذه الأسطوانة ستة أقدام وطولها ١٣٢ قدما . والسبب فى كبر طولها هو لانتاج كية كبيرة، فتدخل العجينة من النهاية العليا للاسطوانة وفى أثناء مرورها تجف وتكون تحمصت تماما عند مرورها من الفتحة السفلى لهذه الفرن وتكون قد صارت بهيئة الجوز الصغير التام الحريق .

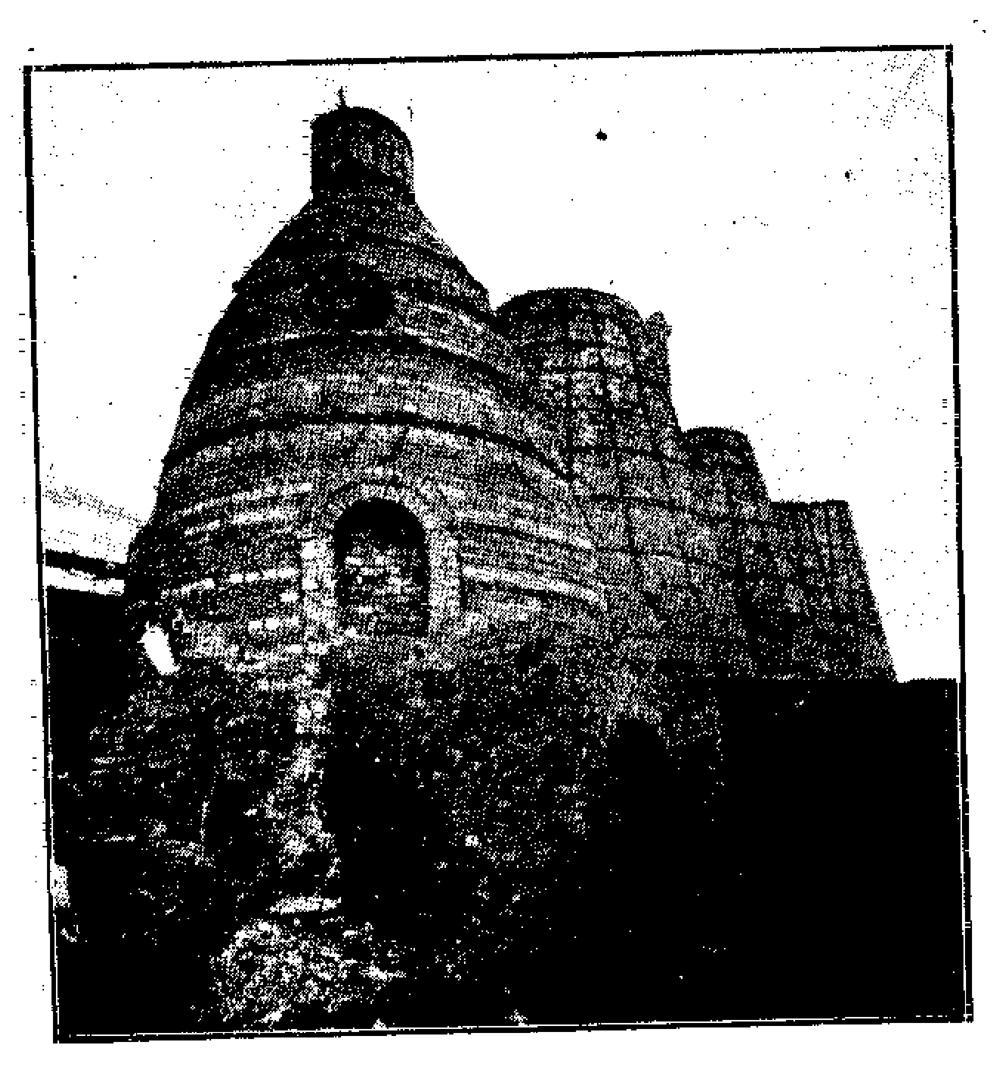
ثم تستقبل فى أسطوانات دائمة الدوران لأجل تبريدها . ويوقد الفحم أسفل الفرن المذكورة ويمرر تيار من الهواء المضغوط لزيادة درجة الحرارة الى ٢٨٠٠° فارنهايت .



(شـــكل ٢٠)

ويستقبل السيمنت بعد التبريد فى عربات تساق الى الطاحون وهى عبارة عن اسطوانة ذات ريش من الداخل دائمـة الحركة لتقليب قطع السيمنت الصـغيرة (الجوز) وسحقها بواسطة كرات من الصلب أو الزلط . فعند الدوران وتقليب الريش وتصادم هذه الكرات الثقيلة بجوز السيمنت فتسحقها — أنظر (شكل ٢٠) — . ثم يذرر المسحوق فى منخل تحتوى البوصـة المربعة منه على ٤٠٠٠٠ عينا .

يلاحظ أن زيادة الاعتناء فى مزج الخامات تعطى سيمنتا محروقا حرقا تاما ونظيفا . ثم إن جودة الطحن تخرج سيمنتات جيدة الشك . ويلاحظ أيضا أن حالة «الشك النهـائى» للسيمنت تتعلق بالتفاعل الكيميائى البطىء لسليكات الكالسيوم . وان «الشك الابتدائى» يرجع الى سرعة ايدراتيـة الالومينات وتبلورها . ومع وجود الجبس «سلفات أى كبريتات الكالسيوم» تكون الألومينات قليـلة الذوبان فتكون مدة التبلور كبيرة عن المعتاد وفى نفس الوقت تؤثر سـلفات الكالسيوم كيميائيا باتحادها مع الألومينات وتكوين سلفات ألومينات الكالسيوم والتى هى فى حد ذاتها سريعـة الذوبان، ولكن تكوينهـا فى حالة الليونة للعجينـة يمنع سرعة تندية (إيدراتية) الومينات الكالسيوم، وحينئذ تكون نتيجتها تأخير زمن الشك .



(شكل ٢١) صف من قمائن وأفرن أسبدن فى ورش الخواجات روبين و أسبدن فى نورثفليت بمقاطعة كنت بانجلترا

(Messers. Robbins & Aspdin's Works at Northfleet, Kent, Eng.)

الطريقـــة الجـافة

تستعمل الطريقة الجافة من أجل الاقتصاد فى الوقت والقوى المستهلكة (الضائعة)، وطريقتها هى أنه بعد استحضار الخامات ووزنها حسب الطلب يلقى بها فى قادوس يقذف بهـا فى آلة كبيرة ذات أضراس الغرض منها تكسير الخامات التى تمرّ بين أضراس أخرى أدق من السابقة وهكذا حتى ينتهى بها فى الطاحون وهى أسطوانة من الصلب واسعة وداخلها كرات ثقيلة من الزلط أو الصلب فتتحول الأجزاء المكسرة الى مسحوق ناعم تام الخلط وثم ينتسم بالمـاء (ميكانيكيا) حتى تتكون منه قوالب يابسة تكون مستعدّة للحريق فى الفرن الأسطوانى (Shaft Oven) . وفى أسفل الفرن المذكور باز من الحـديد (مصبّعات) فتوضع قوالب السيمنت (أو كراته اذا تكونت بدل القوالب) مع الفحم الكوك على هيئة راقات كل على انفراد ويمرّر بها تيار شديد لزيادة درجة حرارة الاحتراق ــ

(وقد شاهدت النار بيضاء ناصعة عند زيارتنا لمصنع السيمنت بجوار مدينة جلاسجو بنيومايز (Newmains, Lanarkshire, Scotland.) وكنا ننظر الى اللهب بواسطة الزجاج الملون)
وتكون نسبة وزن الفحم الكوك تقريبا ربع وزن السيمنت أو أقل الى الخمس[1] •

وقد اخترع سيمنس فى عام ١٨٨٨ فرنا أطلق عليه اسم الفرن المدار وهو كالذى سبق وأشرنا اليه فقط يستعمل فيه زيت المازوت بدلا من الفحم، أو يستعمل الفحم الناعم المنثور لداخل الفرن بواسطة طلمبة ميكانيكية وكلاهما يلتهب دائما بواسطة الهواء المضغوط كالسابق ، وتبلل المواد خفيفا بواسطة مبللة ميكانيكية كى تمنع تصاعد «الغبار» ، والمعتاد أن يوضع حجر الجير والطين بنسبة ٣ ل ١ • و بتأثير الحرارة الشديدة (١٤٠٠ درجة م) ينطرد ثانى أوكسيد الكربون من الحجر الطباشيرى و يتحد الجير الحر مع السليكا والألومينا التى فى الطين •

وتوجد طرق متنوعة يتبعها مؤسسوا المصانع وعلى كل حال فتؤدّى نتيجتها الى شيء واحد وهو السيمنت بيد أن كل يسعى لاخراج نوع يوافق كافة الأشغال وبحسب المناطق من الكرة الأرضية •

وسيمنت مصانع الحديد التى فى نيوميتر (لانارك شايار) بالقرب من جلاسجو هو نوع جيد جدا وقد دل من اختباره أنه يتحمل كثيرا فوق المقرر •

وسيمنت فوندو جيد النوع فقاعدته ألومينات الجير ولذلك فانه يكون مختلف بالمرة عن السيمنت اليورتلاندى ولا يحتوى على جير حر و يستحضر بطريقة الانصهار وليس بطريقة التحميص •

وتوجد أنواع أخرى كثيرة من السيمنتات مثل سيمنت سالونا وسيمنت جلنجهام وغيرهما •

اختبار السيمنت

يجرى اختبار عينات من السيمنت ليرى مبلغ جودة النوع المطلوب، والاختبارات المتنوعة هى :

(ا) النعومة •
(ب) التركيب الكيميائى •
(حـ) مقاومة الشد (سيمنت خالص) •
(د) مقاومة الشد (سيمنت ورمل) •
(هـ) زمن الشك •
(و) التمدد •

وقبل أن تختبر أى عينة بالاختبار المذكور فى كل من (حـ) ، (د) ، (و) فتترك معرضة للجو لمدة ٢٤ ساعة بطبقة سمكها ٣ بوصات (٧٦٫٢٠ ملليمتر) لدرجة حرارة من ٥٨ الى ٦٤ فارنهايت (١٤٫٤ الى ١٧٫٨ مئينى) أو لأى درجة حرارة تبعا للأقليم لغاية ٩٥ ف (٣٥ م) •

---

(١) تكون قوة الخرسانة المصنوعة من هذا السيمنت بعد مضى ٢٤ ساعة متعادلة القوة مع خرسانة مضى عليها ٣ شهور واستعمل فيها سيمنت بالطريقة المهملة •



(شكل ٢٢) منظر معمل اختبار السمنت بانجلترا عام ١٨٥٠ — عن عدد مارس ١٩٢٩ لمجلة (Concrete Building)

تجربة النعومة — اذا نخلت ١٠٠ جرام (٤ أوقيات انكليزية) من منخل[1] ١٨٠ فى ١٨٠ باستمرار لمدة ١٥ دقيقة ثم لمدة خمس دقائق من منخل ٧٦ فى ٧٦ فانها تعطى النتائج الآتية :

(١) يكون المتخلف (الكمية التى لم تنفـذ) على منخل به ١٨٠ فى ١٨٠ أى ٣٢٤٠٠ عينا للبوصة المربعة (٥٠٢٢ عينا للسنتيمتر المربع) لا يزيد عن ١٠ فى المـائة من الوزن .

(٢) لا يزيد المتخلف على منخل ٧٦ × ٧٦ أى ٥٧٧٦ عينا للبوصة المربعة (٨٩٥ للسنتيمتر المربع) عن واحد فى المـائة .

هذا مع مراعاة عدم دعك السيمنت على وجه المنخل لاجباره على النفاذ .

تجربة التركيب الكيماوى — لا يصح أن تزيد نسبة الجيرفيه — (وذلك بعد انقاص المقدار اللازم لاتحاده مع الآنهيدرايد الكبريتيكى (سلفوريك آنهيدرايد) — لمقدار السيليكا والألومينا) — إذا احتسبت بالمعدل الكيميائى بالقانون $\frac{كا\,ا}{س\,ا_{٢} + ال_{٢}\,ا_{٣}}$ عن ٢,٩٠ ولا تقل عن ٢,٠٠ ولا يصح أيضا أن تزيد نسبة المواد المتبقية الغير ذائبة عن ١,٥ فى المـائة . ولا أن يزيد مقدار المفقود عنـد الاشتعال عن ٣ فى المـائة .

---

(١) عدد العيون فى البوصة الطولية ١٨٠ عينا وفى المربعة ١٨٠ × ١٨٠

مثـال — عن مواصفات جمعية المهندسين البريتانية :

الوزن الجزيئى للجير ... ... = ٥٦

» » للسيليكا ... ... = ٦٠

» » للالومينا ... ... = ١٠٢

» » للكبريت الاندراتى ... ... = ٨٠

فاذا كان بالسيمنت النسب المئوية :

٦٣٫٢٨ جير ، ٢١٫٦٠ سيليكا ، ٨٫١٦ ألومينا ، ٢٫٠٠ كبريتيك اندراتى . فان نسبة الجير الى كل من السيليكا والألومينا — بعد استقطاع المقدار الضرورى لاتحاده مع الكبريتيك الاندراتى تكون حسب الحل الآتى :

مقدار الجير المتحد مع ٢٫٠٠ فى المائة سلفوريك آنهيدرايد = (٥٦ × ٢٫٠٠) / ٨٠ = ١٫٤٠ فى المـائة .

٦٣٫٢٨ — ١٫٤٠ = ٦١٫٨٨ فى المـائة جير .

الجـــير (كا ا) = ٦١٫٨٨ / ٥٦ = ١٫١

السيليكا (س ا٢) = ٢١٫٦٠ / ٦٠ = ٠٫٣٦

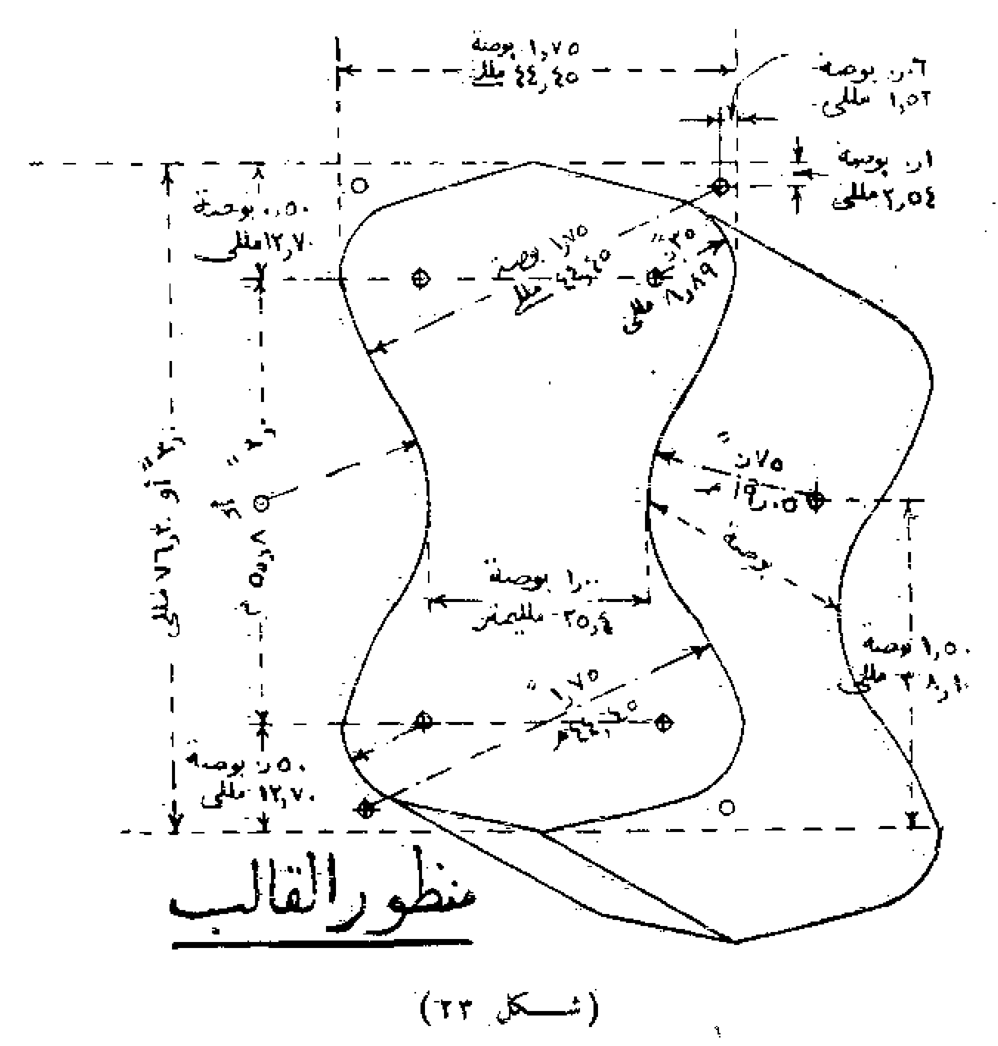
الألومينا (أل٢ ا٣) = ٨٫١٦ / ١٠٢ = ٠٫٠٨

إذن كا ا / (س ا٢ + أل٢ ا٣) = ١٫١٠ / (٠٫٣٦ + ٠٫٠٨) = ٢٫٥٠

تجربة مقاومة شد السيمنت الخالص — تعمل قوالب صغيرة مخصوصة لهذه التجربة (Briquettes — بركّات مفردها بركّة) وهى كالمبينة (بشكل ٢٣) ذات سطح قطاع للقطع هو بوصة مربعة عند الخنصرة .

تحضير القوالب الصغيرة — يمزج السيمنت مع قدر مخصوص من المـاء بنسبة معينة حتى أن المزيج يكون عجينة «قابلة للتشكيل» ثم تملأ به القوالب المعدنية المفرغة كل منها للشكل المطلوب للقويلب السيمنت المرسوم فى (الشكل ٢٣) ويوضع أسفل منها لوح غير مسامى « مصقول » سواء كان قطعة رخامية أو زجاجية أو نحاسية الخ ، ومن شروط الجمعية الهندسية البريتانية أن المـالج « المسطرين » المستعمل يزن حوالى ٧٫٥ أوقيات انكليزية أى نحو ٢١٢٫٦٢ جرام ولا يجوز كبس العجينة فى القوالب المعدنية المذكورة « القرم » — وتهز القوالب المعدنية بعد ملئها لطرد أى هواء كان . ثم من شروط الجمعية المذكورة أن تكون درجة حرارة الحجرة المحضرة بها القوالب المسبوكة المذكورة وكذا درجة حرارة الماء بين ٥٨ و ٦٤ فارنهايت (أو بين ١٤٫٤ و ١٧٫٧٦ مئينى) ثم تترك القوالب

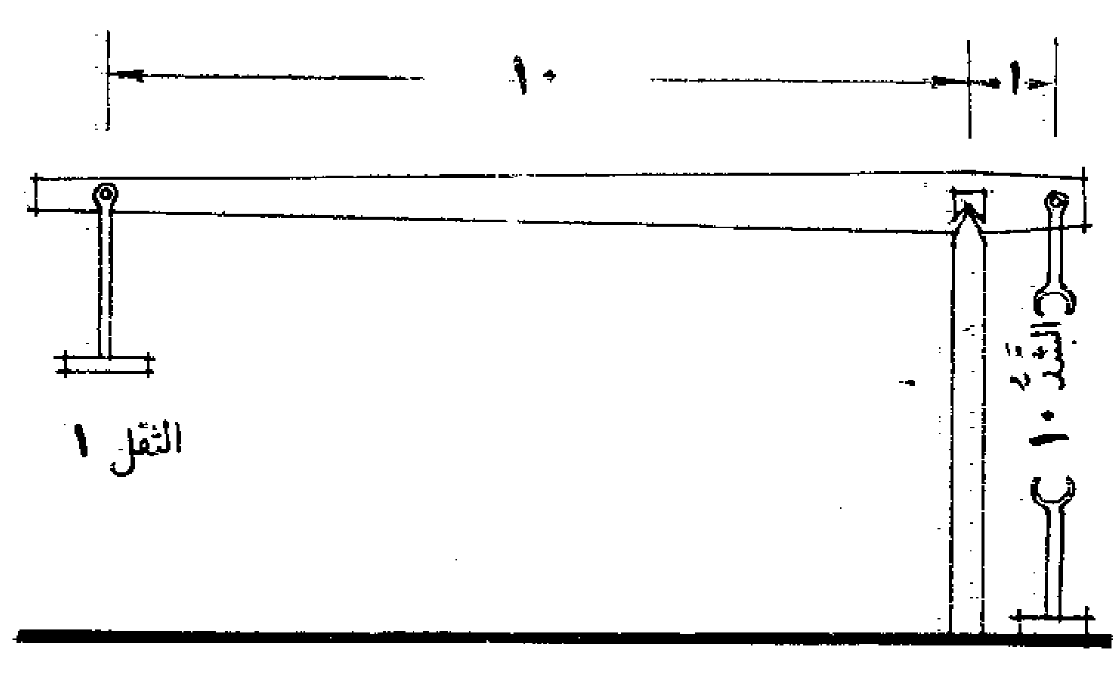
السيمنتية المذكورة فى الهواء الرطب لمدة ٢٤ ساعة عقب سبكها ثم تستخرج من القرم المعدنية وتحفظ عينات منها لمدة ٧ أيام فى ماء عذب نقى بدرجة حرارة كالسابقة، هذا عدا ما اذا دعت الحالة لاشتراط درجة حرارة أخرى — و بعد اخراجها من الماء لا تترك حتى تجف بل تندى دائما .



(شـــكل ٢٣)

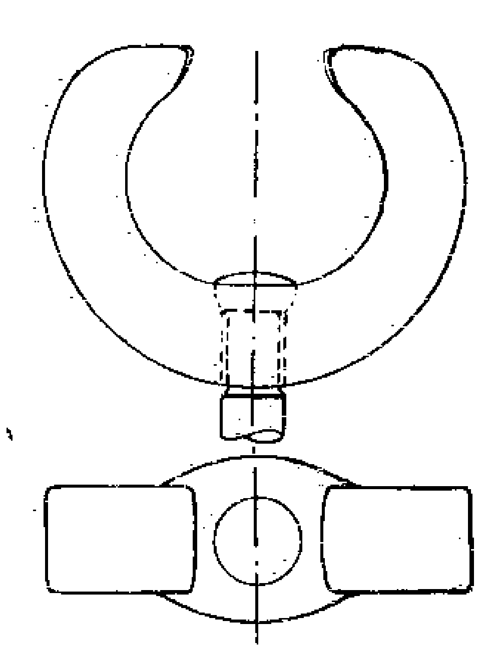
تؤخذ العينات للاختبار وتوضع الواحدة بين فكى آلة اختبار (شـكل ٢٤) ، بأثقال بكل تؤدة و بانتظام ابتداء من لا شىء بزيادة مائة رطل مائة رطل لكل بوصة من سطح القطاع فى مدة ١٢ ثانية (٧,٠٣ كيلوجرام للسنتيمتر المربع) . و يلاحظ أن لا يقل مقدار حمل القطع لقويلب عمره ٧ أيام بعد السبك عن ٦٠٠ رطل للبوصة المربعة من سـطح القطاع (٤٢,١٨ كج للسنتيمتر المربع)، ومن المستحسن أن يزنق القويلب فى فكى الآلة بالمطاط أو الورق، ومبين (بشكل ٢٥) رسم للفك المذكور .

تجربة مقاومة الشد للسمنت مع الرمل — تحضر قوالب مثل السابقة تماما فى الحجم والشـكل فقط تكون نسبة الخلطة فيها هى « جزء سيمنت بالوزن مع ثلاثة أجزاء رمل بالوزن أيضا »



(شـــكل ٢٤)

نظرية الرافعة فى آلة الاختبار — قوة الشد الحقيقية على القوريلب تساوى حاصل ضرب القوى بالرطل "مجموع الأثقال المحملة بها الآلة" فى عدد مرات كبر الذراع الأطول عن الذراع الأقصر



(شـــكل ٢٥)

فك آلة اختبار القوريلبات السمنتية موضح برسم مسقطيه الرأسى والأفقى

(ويكون الرمل المستعمل مغسولا منظفا من المواد الغريبة بحيث يمر من منخل ذى عيون ٢٠ × ٢٠ للبوصة المربعة أى حول ٦٢ عينا للسنتيمتر المربع وأن يتخلف عند نخله من منخل ٣٠ × ٣٠ عينا للبوصة المربعة أى ١٤٠ عينا للسنتيمتر المربع) ويضاف الى ذينك الوزنين مقدار متناسب من الماء حسب المعادلة الآتية : — ¼ ن + ٢,٥٠ التى بها ن عبارة عن النسبة المئوية المطلوبة لتحضير عجينة جيدة القوام من السيمنت الخالص .

وتستعمل أسپتولا (Spatula) مخصوصة لذلك المؤنة فى قالب السبك مثل المبينة (بشكل ٢٦)، ثم تترك فى الهواء الرطب أربعة وعشرين ساعة وبعدها ينزل بها فى الماء العذب حتى تستخرج منه للاختبار وتختبر عينات بعد ٧ أيام، ٢٨ يوما . ويكون مقدار حمل القطع لقوالب عمرها سبعة أيام لايقل عن ٣٢٥ رطلا للبوصة المربعة أى ٢٢,٨٥ كج للسنتيمتر المربع . وأما حمل القطع بعد ٢٨ يوما فيكون بالطبع أكبر من سابقه . ولا يجوز أن يكون أقل من عدد الأرطال للبوصة المربعة من سطح القطاع حسب المستخرج من القانون الآتى :

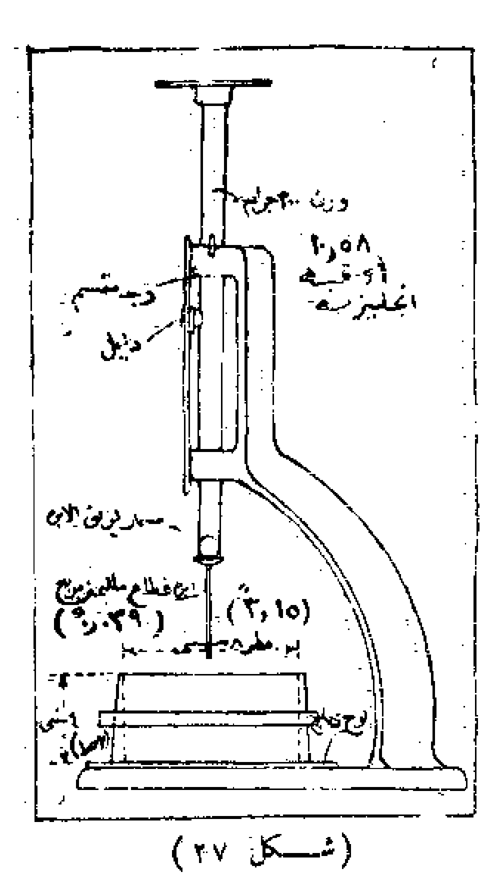
(شكل ٢٦)

$$\text{قوة القطع بعد ٧ أيام} + \frac{١٠٠٠٠}{\text{قوة القطع بعد ٧ أيام}}$$

ومقدار ١٠٠٠٠ يصير ٤٩,٣١ كج للسنتيمتر المربع بدلا من ١٠٠٠٠ رطل للبوصة المربعة .

تجربة زمن الشّك

تعمل هذه التجربة بواسطة جهاز إبرة ڤيكات (Vicat Neadle Apparatus) وذلك بوضع عجينة السيمنت فى الأسطوانة الموضوعة على لوح الزجاج تحت حامل الابرة مثل المبين (بشكل ٢٧) .



(شـــكل ٢٧)

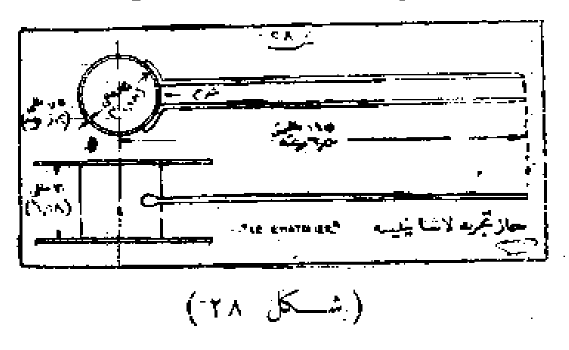
تقدير زمن الشك الابتدائى — تستعمل لذلك الأبرة المبينة بالرسم وهى الأسطوانية الشكل فتنزل بهدوء فوق سطح السيمنت وحتى تلامس سطح السيمنت وتترك فجأة حتى تنزل فيه . وتكرر هذه العملية حتى أن الابرة لا يمكنها أن تُغرس . ويكون مقدار زمن الشك الابتدائى هو الزمن الواقع ما بين الوقت الذى أضيف فيه الماء الى السيمنت ليكون عجينة وبين الوقت الذى اذا تركت الابرة لتنغرس فى العجينة فانها لا تؤثر مطلقا .

تقدير زمن الشك النهائى — تُستبدل الابرة الأولى بابرة أخرى ويعرف أن السيمنت قد شك نهائيا اذا أنزلت عليه الابرة المذكورة فتعلِّم فى سطحه بينما أن الأولى لم تترك أثرا .

ويكون الزمن للشك الابتدائى أقله ٣٠ دقيقة ، وللشـك النهائى ليس بأكثر من ١٠ ساعات ، وأما السيمنت السريع الشك فيكون ٥ دقائق و ٣٠ دقيقة على التوالى .

تجـــربة الانتفاخ

تعمل هـذه التجربة بواسطة جهاز لاشاتلييه (Le Chatelier) المرسوم (بشكل ٢٨) ، وهو يتركب من أسطوانة من النحاس الأصفر سمك ٥ ملليمترا أى ١٩٧ر، بوصة وقطرها الداخلى ٣٠ ملليمترا أى بوصة وثلاثه من عشر من البوصة وارتفاعها كذلك . ويوجد على جانبى شرخ اتصال نهايتا انفراد الأسطوانة دليلان لكل منهما حرف مدبب ، والمسافة بين محور الأسطوانة وطرف الدليل هى ١٦٫٥ س.م أى ستة بوصات ونصف بوصة .



(شـكل ٢٨)

ولعمل الاختبار — يوضع الجهاز على لوح صغير من الزجاج وتملأ الأسطوانة بالسيمنت المعجون وتسوى الحروف والسـطح بالمـالج ، ثم يغطى الجهاز بلوح زجاج آخر نظيف ويثقل عليه ، ثم يُغمر فى ماء درجة حرارته كالسابق ويترك ٢٤ ساعة ، ثم يسخن لدرجة الغليان ويأخذ ذلك وقتا من ٢٥ الى ٣٠ دقيقة ، ثم يترك ليستمر الغليان نحو ٦ ساعات ثم بعـد رفع الجهاز وتركه ليبرد تقاس المسافة التى بين الدليلين المدببين فالفرق بين القراءتين هو مقـدار التمدد ، ولا يلزم أن يزيد عن ١٠ ملليمترات اذا كانت العينة قد عُرّضت ٢٤ ساعة فى الجو .

الحُمْـــرَة

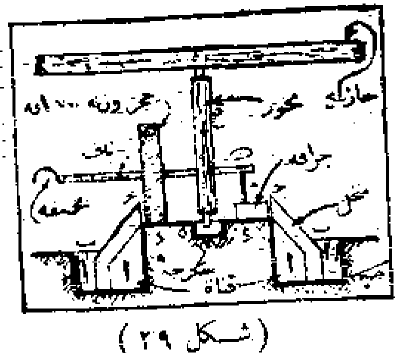
الحمرة هى ناتج سحق الشقافة وحطامة الطوب الأحمر أو الطين المكلس . وقد شوهد من تحليل طمى النيل أنه يحتوى على كمية كبيرة من السليس ، وحينئذ إذا مزجت الحمرة بكمية مناسبة من الجير الدسم تكونت مونة مائية . و يراعى عدم حرق الطين حرقا زائدا . وينق من ناتج الحرق تلك القطع التى تزججت من انصهار السليس من تأثير درجة الحرارة العالية .

واذا أريد عمل كمية كبيرة من الحمرة فتؤخذ كل من الطين وتوضع بهيئة طبقات سمكها ٥ سنتيمترا على مسافة مستديرة لغاية ١٠ أمتار مثلا . وتعمل فى كل طبقة بورتان تتقاطعان فى المركز على زاوية قائمة لأجل إدخال الوقود وحفظ دوران الحرارة . و بعد تمـام الرصة يطلق على المجموعة اسم كوشة فتطلس بالطين و يوضع الوقود فى البورات وتقاد النـار . و بعد جملة أيام يكون قد تم الحريق .

فتهدم الكوشـــة وتوزع الكتل المكلسة على فرق الشغالة وتجرى الأنفار كسرها بمدقات من الخشب ثم ينقل المتحصل الى الطاحون المسمى بالهراسة .

طحنه الحمرة — تتركب الهراسة كما فى (شكل ٢٩) من حجر ثقله نحو ٧٠٠ أقة يدور فى مدار مستدير (ى) تحيط بالمدار قناة (ا) تنزل فيها المـادة بعد السحق . وحجر الهراس مركب على ناف من محوره يدور حول محور رأسى (ح) والمحور المذكور يلف حول نفســه ، وتلف نهايته السفلى فى سكرجة والعليا فى الحازية . وفى النهاية (ب) للناف مثبت جرافة (م) تدور تبعا للحجر الهراس . وتقلب المـادة المعرضة للسحق وينزل المسحوق فى القناة (ا) بعد مروره على مناخل مائلة (ب ح) فينعزل الناعم عن غيره .

وعلى الشغال المنوط بملاحظة الهراسة أن يأخذ القطع الغير مسحوقة التى تسقط فى القناة ويردها الى تحت الحجر ولايدع فى القناة إلا المـادة الناعمة . وتدور الهراسة المذكورة بالحيوان وذلك بواسطة ربط المخنقــة التى بنهاية الناف حول رقبــة الحيوان سواء كان من الخيل أو الثيران . وهذه الطواحين العتيقــة لا تزال مستعملة بقطرنا عدا القليــل جدا من الطواحين الميكانيكية التى هى موفرة للزمن وتعطى محصولا أكبر .



(شـــكل ٢٩)

وتهز الحمرة عادة قبل استعمالها بحيث تمر من المهزة التى سعة عيونها ملليمتران ويكون لونها أحمر قاتم وخالية من المواد الغريبة .

الرمـــــل

هو مادة مركبة من أجزاء منعزلة كانت فى الوسط بين التراب والأحجار ، وتحصل من تحليل الصخور ، وتختلف أنواعها فى الشكل والحجم وتركيب الحبوب ، وتارة يكون الرمل متحدا مع جزء من الطين .

ويوجد الرمل بشواطئ البحار والأنهر والصحارى . ومن خواصه أنه يكون مونة مائية مع الجير الدسم . ويتغير لونه من الاصفرار البسيط الى الحمرة والســواد . والمـادة الطينية الداخلة فى تركيبه تزيد فى بعض الأحيان عن ¼ الحجم الكلى . والرمل المتحصل من الصحارى يكون أكثر بقاء من سائر الرمال ، وينقسم الرمل الى :

(١) رفيع وهو ما كان قطره ملليمترا .

(٢) تخين « « « ما بين ١ ملليمتر ، ثلاثة ملليمترات .

(٣) رضراض أو الحصا الدقيقة وهو ما كان لغاية اثنى عشر ملليمترا .

(٤) حصباء أو الزلط وهو ما كان فوق ذلك فى الحجم .

والخواص التى تعرف بها جودة الرمل هى :

(أولا) حدوث صوت خفيف أجش بدعكه بين الكفين وهذا لا يحصل لا فى الرمل الترابى ولا فى الرمل ذى الحبوب الكروية .

(ثانيا) اذا نشر على قماش أبيض ثم أخذ من فوقه لايبقى على القماش أدنى أثر، ويمكن تنقيته من جميع الأتربة التى يمكن وجودها فيه بواسطة الغسيل .

(ثالثا) يكون سيليسيا محببا خشن الملمس ويسمى (حرش) .

وأحسن الرمال فيما جاور القاهرة هى رمال الجبـل الأحمر بالعباسية ووزن المتر المكعب منهـا ١٧٥٠ كيلوجراما وحجم الأخلية لها ٣٥٪ .

ورمال جبـل الاهرامات (أبو رواش) ووزن المتر المكعب منها ١٦٠٠ كيلوجراما وحجم الأخلية لها ٢٧٪ .

حجوم الأخلية — يمكن معرفة حجوم الأخليـة باستحضار إناء معلوم الحجم ويملأ بالرمل الجاف ثم يصب عليـه ماء مقاس (باستعمال بوريت أو مخبار مدرج) بحيث يتزن الرمل على السطح العلوى للاناء فيكون حجم المـاء الذى قبله الرمل هو حجم الأخليـة — وفائدة معرفتها هو لمعرفة مقدار حجم الجير الذى يلزم اضافته على الرمل لانتاج أى وحدة مكعبة من الخلطة .

وأحسن الرمل المستعمل فى مونة المبـانى هو ما نفـذ من غربال — مهزة — سـعة عيونه ٩٠٠ عينا للبوصة المربعة ولكنه لا ينفذ من غربال آخر يكون به ١٦٠٠ عين للبوصة المربعة .

وتبين نتائج التحليل الآتية التركيب الكيميائى لنوعين من الرمال المستعملة فى البناء :

	رمل نقى أبيض	رمل وسخ
مـاء	٢,٠٠	٢,٦٨
مواد عضوية	٠,٦١	٠,٣٥
أوكسيد حديد	٠,٠٥	٠,١٨
ألومينـا وأملاح	٠,٦٧	٠,٧٦
سليس	٩٦,٦٧	٩٦,٠٣
المجمـــوع	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠

وقد أجريت جملة تجارب على أنواع الرمال يستنتج منها ما يأتى وهو أن :

(١) المونة المركبة من رمل الصحارى مع كمية من الجير أصلب وأسرع جفافا من المونة المركبة من رمل الانهر مع كمية الجير المذكورة .

(٢) المونة المركبة من رمل الصحارى عقب استخراجه أحسن من المونة المصنوعة من ذلك الرمل بعد غسله وتجفيفه .

(٣) المونة ذات الرمل الصافى أقل صلابة وأبطأ جفافا من المونة ذات الرمل الغير نقى .

(٤) المونة ذات الرمل الداكن اللون أحسن من المونة ذات الرمل الخالص اللون .

(٥) المونة ذات الرمل الناشئ عن دق حجر رخو أصلب من المونة ذات الرمل الناشئ عن دق حجر صلب .

(٦) المونة المصنوعة من جير ناشئ عن حرق حجر صلب ومن رمل ناشئ من دق الحجارة الرخوة — تكتسب صلابة وتماسكا يقربان من الصلابة والتماسك اللذين فى الحجر الرخو .

(٧) المونة المركبة من الحمرة والجير أصلب من المونة المركبة من الجير والرمل .

«ويكون الرمل الداخل فى المون خالصا محببا ويهز قبل استعماله بمهزة تختلف سعة عيونها باختلاف العمل الذى يراد إجراؤه ويكون نقيا حرشا دقيق الحبوب خاليا من المواد الغريبة الترابية فاذا خالطته هذه المواد يجب غسله بالماء العذب حتى تزول عنه» .

مُوَنُ البناء

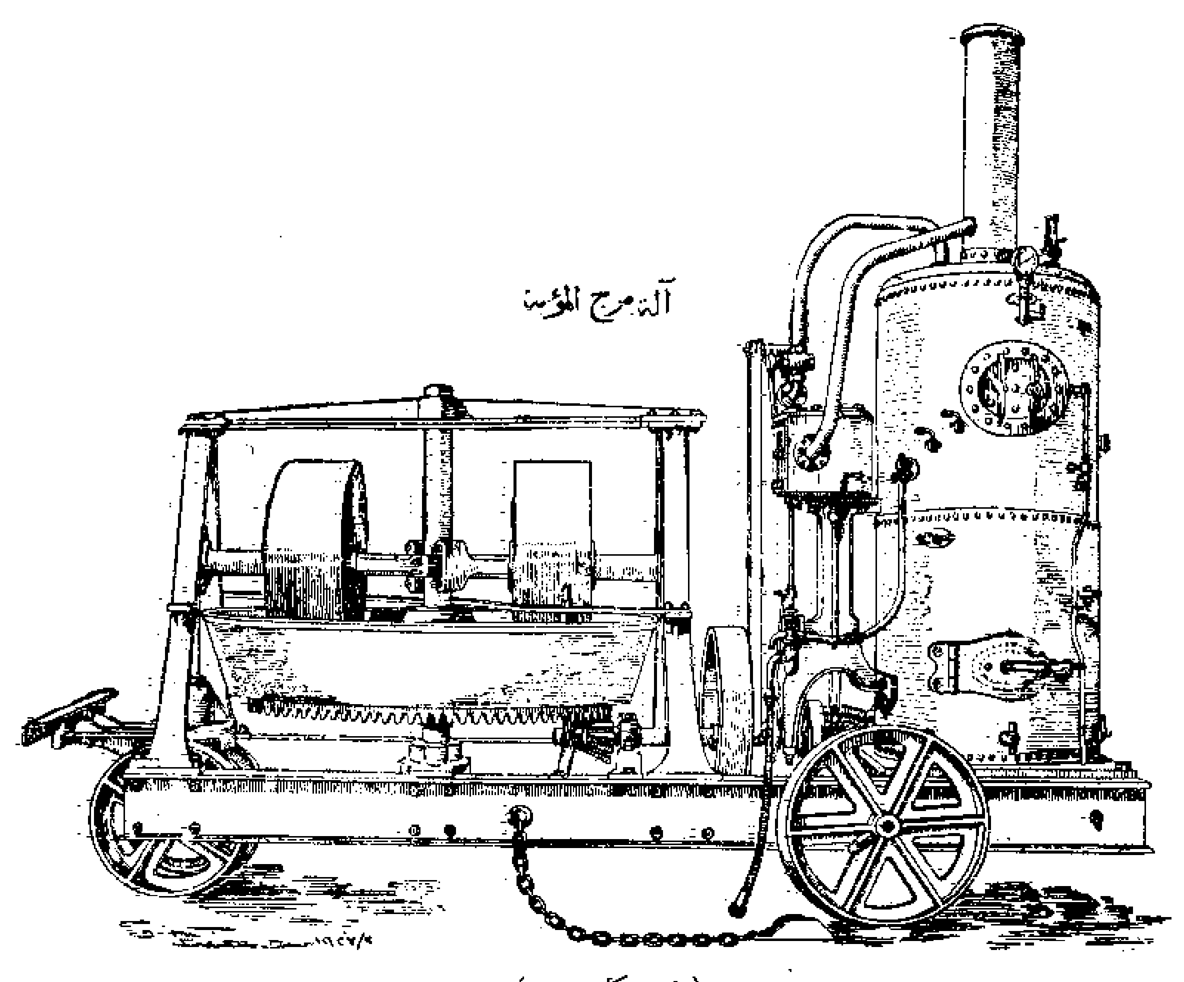
المونة هى المادة المكونة من مخاليط مهما كان تركيبها تمزج ببعضها الى أن تصير عجينة واحدة تستعمل لربط المواد الداخلة فى المبانى بعضها بالبعض لجعلها كتلة واحدة . وتستعمل فى توزيع الضغط وجعل الحائط غير منفذة للحرارة والصوت ويجب أن تصنع من مادة جيدة .

وتختلف المون فى الانشاء الواحد وذلك بحسب ما تكون الأبنية عرضة للماء أو الأرض الرطبة أو التأثيرات الجوية ولذا فيمكن تقسيمها الى قسمين :

(١) مونة الأساسات . (٢) مونة الأبنية الاعتيادية .

وفى كلتى الحالتين تُستجلب المواد من أحسن صنف وتخلط مع بعضها على التاشف ثم يضاف اليها الماء العذب النظيف حتى تأتى بالفائدة المرجوة منها ، والعناصر الداخلة فى المون للنوعين المذكورين هى :

(١) الرمل . (٢) الجير . (٣) الحمرة . (٤) البوتسلانة . (٥) القصرمل . (٦) الطين . (٧) الجير المائى . (٨) السِّمنت بأنواعه .



(شكل ٣٠)

مون الأساسات

تعمل مون الأساسات عادة بصفتها مونة مائية لأنها على كل حال مطلوبة لتقاوم رطوبة الأرض، ويمكن عمل مون بالنسب الآتية :

(١) مونة مكوّنة من — جير مطفأ تام الحريق ... ... جزء واحد — أو — ٣ أجزاء.
طين ... ... « — « — أو — ٢ جزء .

و يلزم لتكوين متر مكعب واحد أن تؤخذ المقادير الاتية :

٠,٧٣٠ مترا مكعبا جير دسم
٠,٧٣٠ « « طين

وهذه المونة تتصلب بعد مضى عام على الأقل .

(٢) مونة مكوّنة من — جير ... ... جزء واحد — أو — ٢ جزء .
طين ... ... « — أو — ١ «
حمرة ... ... « — أو — ٢ «

(٣) مونة مكوّنة من — جير ... ... جزء واحد — أو — ٢ جزء ،
حمرة ... ... « — أو — ١ $\frac{1}{2}$ «
رمل ... ... « — أو — ١ $\frac{1}{2}$ «

ويلزم لتكوين متر مكعب واحد من مونة النوع الأول أخذ المقادير الآتية :

٠,٥٠٠ مترا مكعبا من الجير المطفأ .
٠,٥٠٠ « « الحمرة المهزوزة .
٠,٥٠٠ « « الرمل الحرش المهزوز .

اذا أريد تكوين متر مكعب من الخرسانة من هذه المونة فتؤخذ المقادير الآتية :

١,٠٠ متر مكعب أحجار مكسرة تمر في حلقه ٠,٠٤ .
٠,٥٠٠ « من المونة المذكورة .

(٤) مونة مكوّنة من جير ... ... جزء واحد
حمرة ... ... « «

واذا خلط من كل من العنصرين مقدار نصف متر مكعب ومزجت المونة بالماء تحصل لدينا ٠,٧٢ متر مكعب مونة .

واذا مزج المقدار المذكور من المونة مع مقدار مماثل له من الأحجار المكسرة لتكوين خرسانة لنتج عندنا مقدار ١,١٥ متر مكعب خرسان .

(٥) مونة مكوّنة من جير ... ... ١ جـــزء
رمل ... ... ٢ «
بوتسلانة ... ... ٣ «

ويلزم لتكوين متر مكعب واحد من المونة المذكورة أخذ المقادير الآتية :

٠,١٤٥ متر مكعب من الجـــير .
٠,٢٨٥ « « الرمـــل .
١,٠٠٠ « « البوتسلانة .

واذا عملت خرسانة من هذه المونة فيعوّض الرمل بحصى الصحراء الذى يمرّ من حلقه لغاية سنتيمترين .

(٦) مونة مكوّنة من جير مائى ورمل تكون بالنسب الآتية :

١,٠٠٠ متر مكعب رمل .
٣٠٠ كيلو جرام جير مائى .

ويلزم لتكوين متر مكعب من المونة المذكورة إضافة مقدار ٤٥٠ لترا من المـاء الى هذه المقادير .

(٧) مونة مكونة من — سمنت ... ... ١ جـــزء .
رمـــل ... ... ٣ « — أو — ٤ أجزاء .

واحسن النسب هى :

١,٠٠ متر مكعب رمـــل .
٤٥٠ كيلو جرام سمنت .

(٨) مونة مكونة من — جـير ... ... ٠,٥٠٠ متر مكعب .
سمنت ... ... ١٠٠ كيلو جرام .
رمـــل ... ... ٠,٩٠٠ متر مكعب .

والمقادير المذكورة هى التى تلزم لعمل متر مكعب ويُرى فيها أن كميـــة السِّمنت لا تجـاوز $\frac{1}{5}$ كمية الجير .

(٩) مونة مكونة من — جير مائى فرنساوى ... ... ٣٠٠ كيلو جرام .
سمنت ... ... ٨٠ « « .
رمـــل ... ... ١٧٥٠ « « أى متر مكعب .

(١٠) مونة مكونة من — جير مائى فرنساوى ... ... ٣٥٠ كيلو جرام .
رمل سواحل ... ... ١٦٠٠ « « أى متر مكعب .

وإذا عُملت كل خرسان صناعية من هذه المونة فتكون النسب هى كما يأتى :
قِطَع أحجار مكسرة ... ... ١٠ متر مكعب .
رمل السواحـــل ... ... ٤,٥٠٠ « .
جـــير مائى ... ... ١٩٠٠, كيلو جرام .

ووزن المتر المكعب من الجير المــائى هو ٨٨٠ كيلو جراما ووزن المتر المكعب من الرمل المذكور ١٦٠٠ كيلو جراما فكمية الجير هنا تطابق ٤٢٢ كيلو جراما لكل متر مكعب رمل (وتقريب النسبة من أن تكون نسبة الجير الى الرمل : : ٣ : ٥ وهى الأحسن) .

مُوَن الأبنيــة الاعتيادية

مونة الحيطان

تنحصر النسب للمون المهمة المستعملة بين أهالى القطر المصرى فى المنشآت تحت التقسيم الآتى :

(١) مونة مكوّنة من جير ... ... ١ جزء
طين ... ... ١ »

(٢) مونة مكوّنة من جير ... ... ٢ »
طين ... ... ١ »
رمـــل ... ... ٢ »

ويلزم لتكوين متر مربع واحد من المونة المذكورة أخذ المقادير الآتية :

جـــير ... ... ٠٫٥٨٥ مترا مكعبا
طين ... ... ٠٫٠٩٢ »
رمـــل ... ... ٠٫٥٨٥ »

(٣) مونة مكوّنة من جير ... ... ٢ جزء
طين ... ... ١ »
قصرمل ... ... ١ »

ويلزم لتكوين متر مكعب واحد من المونة المذكورة أخذ مقدار ٠٫٥٢٥ مترا مكعبا من كل عنصر.

(٤) مونة مكوّنة من جير ... ... ١ جزء
طين ... ... ١ »
حمـــرة ... ... ١ »

(٥) مونة مكوّنة من جـــير ... ... ٢ جـــزء .
حمـــرة ... ... ٣ »

(٦) مونة مكوّنة من جـــير ... ... ١ جزء — أو — ٢ جزء
حمـــرة ... ... ١ » $1\frac{1}{2}$ »
رمـــل ... ... ١ » $1\frac{1}{2}$ »

(٧) مونة مكونة من جـير ... ... ١ جزء — أو — ٢ جزء
رمـل ... ... ٢ « — أو — ٣ «
(٨) مونة مكونة من سمنت ... ... ١ «
رمـل ... ... ٣ «
(٩) مونة مكونة من جـير ... ... ٢ «
رمـل ... ... ٣ «
سمنت ... ... ٥٠ كيلوجراما (أو شيكارة) .

مون الطـلاء

ان الغرض من الطلاء (البياض) هو تنظيم أسطحة الأبنية الداخلية أو الخارجية واعطاؤها منظرا حسنا وحفظها من التأثيرات الجوّية والطبيعية .

ويُعمل الطلاء من طبقتين فالأولى منهما وتسمى **البطانة** وتصنع عادة من نفس المونة التى استعملت فى البناء فقط يلزم أن يكون الرمل المستعمل فيها ناعما عمّا استعمل فى مونة البناء .

والغرض من طبقة البطانة هو تسوية أسطح الحيطان وتحضيرها لطبقة الطلاء المقصود بالذات وتسمى هذه الطبقة الأخيرة **الظهارة** وتُعمل إما من نفس مونة البطانة فقط تخفف فيها كمية الرمل بالنسبة للقدار، أو تعمل من مونة مخالفة بالمرة لمونة البطانة .

ويلاحظ مسألة الجير المستعمل فى مون الطلاء فانه يكون سبق طفيه من مدّة كبيرة قبل استعماله وذلك خوفا من تولد انتفاخات تجبر العامل المبيض على إعادة ظهارتها .

ويكون الرمل منخولا ناعما ويضاف بعد نخله بعدّة ساعات على الجير المطفأ أو على السّمنت المطلوب عمل منه مونة طلاء .

وعلى العموم تكون الطلاءات مصلّحة بانتظام رأسيا أو أفقيا، ونظرا لرداءة صنع الحيطان ولأجل الحصول على حيطان لطيفة تنظم فروق التوازن بطبقات كافية ومتى كانت هذه الطبقات سميكة جدا وُضعت مسامير غليظة فى الحائط لأجل زيادة تماسك الطبقة السميكة واذا احتاج الأمر لوضع الطلاء على الخشب تسمر جملة مسامير على الأخشاب ويوضع الطلاء أو يُسمّر سطح كاف من الشبكة المعدنية .

الأضلاع المتكونة من تقابل المستويات المنتظمة تصير حادّة ظاهرة والأركان تكون رأسية ملفوفة .

البياض على مسطح كبير — تعمل كارات تسمى أوتار أو اطارات من مسافة الى أخرى فى الارتفاع وفى العرض تكون موزونة حسب وجه الحائط المراد ثم يملأ ما بينها بواسطة المونة ويضبط بواسطة القدّة .

يكون سمك طبقة البطانة من ١ الى ١ ½ الى ٢ سنتيمتر على الأكثر وسمك الظهارة عادة ٥ ملامترات . ويُجتنب تكبير سمك البياض نظرا لكثرة مصاريفه ونقص صلابته .

البطانة — تصنع عادة من نفس المونة المصنوع منها البناء وأحيانا تختلف، فقط يكون الرمل المستعمل فيها أقل سُمكا .

الظهارة — تكون عادة من نفس نوع البطانة فقط تقل كمية الرمل المضافة اليها .

الكيفية — تُجرّد الخامات من المونة الموجودة بها (تنكش) وينقّر الدبش ان وجد ثم تندّى بالماء ثم يلقى على وجه الحائط قاذفا من أسفل الى أعلى من المونة بواسطة المحّارة التى يكون قاعها أفقيا وكل محارة من المونة تُطَبَّق بقوة مع توجيه المحارة على الحائط ورجوعها بسرعة ، ويلزم اعتياد عظيم لعمل هـذا الشغل بحيث تتوقف صلابة البياض على ضرب محارة المبيّض وعنـد ما يطبق المبيض المونة محارة محارة يغطى بهـا جزءا من الحائط ويجب أن يجتنب على قدر الامكان القاء جملة محارات بعضها على بعض لأنها تنفصل عن بعضها عند جفافها . وتترك البطانة خشنة لكى تماسك تضاريس السطح بسهولة مع الظهارة ويكون ذلك بواسطة التالوش وبعد عمل الظهارة ووضعها تمـاما وتركها لتجف يحصل بها احيانا شروخ فهذه الشروخ يمرّ عليها بالمحارة لغلقها ويمرّ على جميع البياض قبل تمام جفافه بالمحارة لتمام صقله ويجتنب تكرار الصقل .

وعنـد اتصال جزءين من البياض تُعمل عملية تجهيز الحام وذلك أن يرسم المبيض بمحارته خطًّا بالقـرب من السطح المغطّى ويُزيل جزء الطلاء الغير منتظم — وعند عمل الجزء الجديد من الطـلاء يجب على المبيض أن يضم المونة بمحارته على وجه الالتحام لكى لا يحصل بعـد ذلك أثر لالتحام السطحين المتصلين .

واذا استعملت مونة السمنت فيجب تندية السطح المراد بياضه أكثر من تنديتـه لأنواع المون الأخرى .

الطـــــلاء على الأخشاب

(١) **عملية البغدادلى** — وتسمى عملية التلويح ويقال للتلويح أنه منضم متى كانت المسافة بين الألواح وبعضها ١ سنتيمتر ويكون للسقف ويقال له متباعد اذا كانت ٥ سنتيمترات من محور الى محور، ويكون للحواجز وكافة أعمال النجارة المراد سترها بالبياض وتستعمل، مسامير مدببة من طول ٢ ½ سنتى تسمى مسامير بغدادلى.

(٢) **عملية التلحيس** — عبارة عن عمل جبس سائل رقيق وغمر فرشة فيه وجرّها جملة مرات على السطح المراد تلحيسه فتكون نقط صغيرة كثيرة تسهل التماسك كثيرا بالاخشاب.

(٣) **عملية البطانة والظهارة** — بالنسـبة للسقف الملوح المنضم مثلا يستحيل عمل البطانة اذا لم تجر عمليـة التلحيس فى أول الأمر لأن الجبس ينفصل بمجرد الوضع ولا يتمـاسك بالأخشاب.

(٤) **الطلاء على السقوف** — أصعب كثيرا من عمل الطلاءات على المستويات الرأسية فيلزم المبيض قوة أكثر لاستعمال الجبس بدون أن يقع منه الكثير ويكون متعوّدا على القائه بالمحارة ليتماسك مع السقف وتُعرف بعملية تعمية السقوف.

الـــــــبروزات

تنقسم البروزات المصنوعة من الجبس بالنظر لعملها الى :

(١) الرفارف المستقيمة للخـارجات والمتـكآت والسنبوسكات المنـستقيمة وبراويز الأبواب والنـوافذ.

(٢) الرفارف المستقيمة للسقوف.

(٣) الرفارف المستديرة أو المثلوثة لفرنتونات الفتحات للأبواب أو النوافذ.

وطريقة عمل الرفارف المذكورة هى ان تعمل نقط تسوية أسفل وأعلى «الكرنيش» يلصق عليها مساطر الخشب بواسطة الجبس تسمى قباقيب. ثم يستحضر القالب ويثبّت فى قطعة من الخشب اسمها كعب، وتزداد صلابة التعشيق بواسطة طرفى لوحين يُسميان ذراعى القالب ويُستعملان لتشغيله، ثم يوضع القالب على المساطر ويمرّر على طول الرفرف ويكسر بالقادوم كلما كان زائدا ثم تُجعل المساطر مبلولة بالمـاء لسهولة انزلاق القالب عليها الذى يمرّر مع اكره بقوّة نحو الحائط ويبيّض الرفرف ويظهّر.

ويكون سمك طبقـة البطانة فى العادة أكبر من سمك طبقة الظهارة.

وتنحصر النِّسب لمون الطلاء المستعملة بالقطر المصرى فى التقسيم الآتى :

رقم	العناصر						الأوجه	
	جبس	سمنت	رمل	حمرة	طين	جير	بطانة	ظهارة
١	—	—	—	—	١	١	تعمل لياسة من وجه واحد تكون سمك ٣ سنتيمترات ويضاف اليها مقدار من الشِّك	
٢	—	—	١	—	١	١	« «	«
٣	—	—	٣	—	٢	—	دهاكة وجه واحد سمك ١٥ ملليمترا	
٤	—	—	٢	—	—	١	سمك ١٥ ملليمترا	—
	—	—	١	—	—	١	—	سمك ٥ ملليمترات
٥	—	—	—	٢	—	١	سمك ١٥ ملليمترا	—
	—	—	—	٣	—	٢	—	سمك ٥ ملليمترات
٦	—	—	١	١	—	١	سمك ١٥ ملليمترا	—
	—	—	١	١	—	٢	—	سمك ٥ ملليمترات
٧	—	١	٢	—	—	—	سمك ١٥ ملليمترا	—
	—	١	١	—	—	—	—	سمك ٥ ملليمترات
٨	—	١	٣	—	—	—	سمك ١٥ ملليمترا	—
	—	١	١	—	—	—	—	سمك ٥ ملليمترات
٩	١	—	٢	—	—	١	سمك ١٥ ملليمترا	—
		—	—	—	—	١	—	دهاكة خفيفة سمك ٥ ملليمترات

الطرطشة — وأحسن مون البياض التى تعمر طويلا هى ما عملت فوق طرطشة مصنوعة من مزيج السمنت والرمل بهيئة مونة لينة القوام وتختلف نسب الرمل كثيرا لنسب السِّمنت وأحسنها ما كان من ثلاثة أجزاء من الرمل لجزء واحد من السمنت .

ظهارة الجير والجبس — التى ذكرت لمونة « ٩ » تُعمل من الجير السائل لبانى الممزوج بالجبس ولا تزيد سمك الطبقة عن ثلاثة ملليمترات فى الأعمال المهمة .

طهارة الجير ومسحوق الرخام — وتحصـل عليها بخلط أجزاء متساوية من النوعين المذكورين وتوضع على هيئة طبقات رقيقة فوق طبقة أولى من الجبس الممزوج بمونة الجير والرمل الناعم.

الرهان الجبسي — هو من الجبس النقى المعجون فى المـاء المذاب فيه الغراء ولأجل اعطاء هذا الطلاء منظر الرخام المعرق يصنع فى المجسم عروق بواسطة الجبس الملون (معجون بلون) باللون المراد الحصول عليه .

وِرَش المون

مقدّمة — لأجل صناعة المون تجرى العمليات الآتية :

(١) تحضير الجير وطفيه وغربلته (نخله) أو المواد الأخرى المستعملة فى المونة .

(٢) « الرمل وهزه (نخله) .

(٣) كيل العناصر الداخلة فى المون .

(٤) احضار الأدوات المساعدة على تحضير المون .

تجرى العمليات المذكورة فى المكان المنتخب لعمل المونة المطلوبة عليه .

وتُحضّر المون إما بواسطة الأنفار (الآدميين) ويطلق عليهم اسم موّانة أو بمساعدة وسائط ميكانيكيـــة .

ويسمى محل تجهيز المونة باسم مَلْطَم ، والطريقة المستعملة لتجهيز المونة بواسطة الأشخاص تسمى طريقة الكسرات وهى أبسط الطرق .

طريقة الكسرات — تُجهز نسب المونة المطلوبة وتكال فى صـناديق متساوية السّـعة ، ولنفرض أن المونة المطلوب عملها هى أبسط المون المكتونة من الجير والطين والقصرمل .

فتفرش على نقطة الأرض المنتخبة لجعلها ملطا طبقة (مكالة) من الطين (المنقى والمهزوز) — على الناشف ، ثم تفرش عليها طبقة أخرى من الجير المهزوز — على الناشف أيضا ، ثم فوق ذلك طبقة من القصرمل المهزوز — على الناشف أيضا — فيتكوّن ما يعرف عند البنائين بالكسرة الأولى ثم تكرّر الكسرات فوق بعضها حتى يتحصل على المقدار المناسب للملطم .

ثم يعمل فى داير الملطم حاجز من الخشب وذلك لعدم انتشار المـاء عند صبه على المواد — ثم يصب المقدار اللازم من المـاء العذب بين المواد وبين الحاجز الخشب ويقلّب المجموع بواسطة الجزارات ويجتهـد أن يكون الجزء من الثـلاث مواد معا لأجل امتزاج الجير والحصـول على مونة جيدة الخواص .

و يجدد الملطم كلما آن فراغه وكلما سمحت ظروف العمل بذلك ، وعلى النفر المخصوص للطم تنقيته من كل المواد الغريبة .

والأدوات المساعدة على تجهيز المونة هى :

(١) المقاطف — وهى معدة لشال المواد وتحضير الكسرات .

(٢) صناديق الكيل — لأجل قياس حجوم المواد .

(٣) فاس — للتعبئة وأخرى للتقليب .

(٤) جرّارة — لمزج المواد ببعضها .

(٥) كريك — لتعبئة المونة فى القوارب .

(٦) قوارب خشب — لشال المونة أو تُستعمل قُصَع من الصاج .

(٧) عربات يد لنقل المونة .

فالقوارب الخشب عبارة عن صندوق مكشوف يعمل من خشب البندق على هيئة هرم ناقص مقلوب الوضع ، وهى معدّة لشال المونة من الملطم لغاية محل العمل بملئها بواسطة الجاروف أى الكريك ويحملها الآدميون سواء كن من البنات أو كانوا صبيانا .

والقُصَع الصاج تعمل من صاج سمكه واحد من ستة عشر من البوصة أى نصف لينية وشكل الواحدة بهيئة قطعة من كرة مجوفة، وهى معدّة لنفس الغرض المعدّة له القوارب . واذا كان العمل كبيرا ومهمّا ويستدعى نقل مونة بمقدار كبير فلداعى الاقتصاد فى المال والوقت تستعمل عربات اليد لنقل المونة وهى تحل محل ستة قوارب أو ثمانية قصع وتحتاج لنفر واحد لجرها . وفى الأعمال الكبيرة جدا تنقل المونة فى عربات ديكوفيل مثل عربات نقل الخراسان تقطر على قضبان لنقطة العمل خصوصا اذا كان محل الملطم بعيدا عن محل البناء هذا عدا الرافعات الميكانيكية .

ويحتاج فى الأعمال المذكورة الى ملطم كبير أو لعمل جملة ملاطم وعليه فيجب توفير المصاريف والوقت وعمل ورشة مون تؤدى الغرض المقصود منها .

ورش العمليات المهمة

لتجهيز مقدار كبير جدا من المونة (وبالطبع يكون كافيا لشغل يوم واحد على الأكثر) وللأعمال الكبيرة تجرى العميات الآتية اذا كان المطلوب عمل مونة من الجير والرمل :

(١) يؤتى بالجير ويُطفأ ثم يوضع فى أحواض بعد كيله واضافة مقدار من الرمل حسب النسبة المطلوبة ثم يقلبان على الناشف ، وبعد ذلك تفتح حنفية تكون مسلّطة على الحوض من ينبوع مائى

ويضاف مقدار المـاء اللازم للعجن ويبتـدأ فى التقليب والمزج شيئا فشيئا حتى يتحصـل على المونة المطـلوبة .

(٢) يؤتى بالجير ويطفأ ثم يوضع فى أحواض بعد كيله ويعجن بالطريقة المعتادة، ثم يدق عليه بمدقة من الزهر وزنها ٤ كيلوجرامات حتى يصير مبرولا ، ثم يكال مقدار الرمل المطلوب وضعه عليه ويمزجان مع بعضهما بدون اضافة ماء وعليه يتحصل على مونة جيدة .

(٣) تستعمل فى هـذه الطريقة آلة تشابه طاحونة الحمرة بواسطة الحيوانات ويتحصل منها على مقـدار كبير بصفة مستمرة فى المونة وتتركب من قناة مسـتديرة قطرها الأصغر ١,٥٠ والأكبر ٢,١٠ متر وقطاع القناة شبه منحرف قاعدته الصغرى هى السفلى عرضها ٠,٦٠ والعليا هى الكبرى عرضهـا ١,٠٠ متر وعمقها ٠,٥٠ متر يدور فيها عجلتان احداهمـا بجهة القناة نحـو محيط دائرتهـا الصغرى والأخرى نحو محيط دائرتها الكبرى ، والعجلتان المذكورتان راكبتان على دنجـل أفقى يدور حول محور رأسى مثبت فى جسم من البناء (سكرجة) ، ومركب بكل من نهايتى الدنجل علاقة لربط الحيوانات التى بواسـطة دورانها فى المدار العمومى للآلة تتحرك العجلتان . ومركب فى الدنجـل سلاحان لداخل القناة لتنظيف كل من الشق (الميـل) الداخل والشق الخارج للقناة ، وفى أثناء سيرهما يجلبان المونة فى طريق سير العجل ، وتعمل فتحة بأسفل القناة لاخراج المونة منها لأسفل على مجرى مائلة تستقبل فى أسفلها على أى أداة لنقل المون .

(٤) الطاحون الميكانيـكى وهى آلة مزج المونة مثـل المبينة (بشكل ٣٠) وهى قطعة واحدة متحركة (نقالى ، يمكن نقلها من محل لآخر بواسطة الحيوانات وبها قزانها وماكينتها) . وطريقة تشغيلها هى أنه بعـد تجهيز البخار يرمى فى القناة المستديرة (القادوس) الرمل والجير الخ مع الكمية المناسبة من المـاء لتكوين عجينة المونة ثم تدار الآلة فتدور القناة أو القادوس بواسطة تعشيقة التروس وفى الوقت نفسـه تدور الهراستان (العجلتان الغليظتان) وتستعمل جرافتان (سلاحان) لجلب المونة فى طريق سـير العجل . وبعد الخلط الجيد ترفع المونة بواسطة الجاروف (الكريك) سـواء كان ذلك والآلة مستمرة الحركة أو بعد إبطال حركتها . ويمكن تغيير قاع القناة فى هذه الطاحون اذا تآكل وأصبح غير صالح للاستعمال .

(٥) طريقة البراميل — والبراميل هى اسطوانات موضوعة وضعا رأسيا يدور فيها محور رأسى به مسامير أفقية (ريش) ، وبجدران البرميل من الداخل مسامير أفقية أيضا فاذا وُضع المخلوط داخل البرميل وحُرِّك البرميل (بواسـطة الآلات من أى نوع كانت) امتزج هذا المخلوط ثم يخرج بعد ذلك من فوهات موجودة فى أسفل البرميل .

«ويلاحظ دائمـا وقاية ملاطم المونة من تأثير حرارة الشمس والأمطار وذلك بأن يعمل لها سقيف يقيها العوارض والتأثيرات الجوية» .

«ويشترط أن تكون المواد الداخلة فى صنع المونة مهزوزة ومنقاة ويراعى الاعتناء التـام بمزجها مزجا جيدا وبذا يمكن الحصول على مونة متجانسة مندمجة العناصر جيدة القوام ، والمـاء المستعمل فى عمل المون هو المـاء العذب النظيف . »

الخـافـــق

هو مونة مائية مركبة من جزء من الجير الدسم وجزء من الحمرة منخولين ، وجزء من الزلط الذى قطره من ٢ الى ٥ ملليمترات بشرط أن تكون هذه الأجزاء ممزوجة ببعضها مزجا تاما مع كمية المـاء المناسبة، وتستعمل هذه المونة فى طلاء حيطان الصهاريج التى يراد تخزين المياه بها وكذا المراحيض وحيضان المياه .

ولأجل الطلاء بها يجب أن تُكشط العراميس (لحامات البناء) لغاية ٢ سنتيمترا ثم يطلى سطح الحائط بهـذه المونة باستعمال المحارة ويدلك بها دلكا جيـدا مدّة يومين، ويعرف انتهاء عملية الدلك متى اسود لون المـادة وظهر أن سطحها مندمج مصقول ثم تترك لمدّة أسبوعين حتى تجف المونة فعند ذلك يطلى سطحها بالزيت الحار .

وكانت هذه الطريقة مستعملة قديمابمصر،وأبطلت نوعا نظرا لوفرة وجود السمنت البورتلاندى بالقطر المصرى، ويُعمل الخافق من مونة مكوّنة من ١ سمنت و ٣ رمل بهيئة بطانة سمك ٢ سنتيمتر ثم تعمل ظهارة بسمك ٥ ملليمترات بمونة مكوّنة من ١ سمنت و ١ رمل مخدومة جيدا .

(البربقـــــــــة)

تعمل البربقة دائما على أسطحة المبانى أى أعلى السقف أو التلويحة الأخيرة من المبانى . وذلك بعـد تسوية السطح سواء بتطبيقه بواسطة الألواح المنضمة الى بعضها والمسمرة على مربوعات من الخشب . أو على مســتوى سطح العقود الموتورة المبنيـة بين كمرات الصلب المستعملة للتسقيف، وعلى العموم تصنع ترصيصة بمونة جيرية تفرش بانحدارات خفيفة وموجهـة لجملة نقط منتخبة من السطح (السطوح) موضوعة فيها ميازيب (مزاريب) لسهولة سقوط الأمطار منها .

ومهما كان الأمر لا يزيد سمك هذه الخرسانة عند أكبر مرتفع عن ٢٠ سنتيا — ويلاحظ أن أيضا فى وضعها التخفيف على السقف وتوضع على الخيش المقطرن أو المشمع .

ثم يطلى السطح العلوى للترصيصة بعـد جفافها بمونة مائية وذلك لوقاية المبانى من ملامسة مياه الأمطار المتساقطة وتلاحظ أيضـا مسألة تأثير الأشعة الشمسية على المون عنـد انتخاب نوع المونة الموافقة، و يلاحظ دائمـا تقسيم السطح بانحدارات متكافئة توضع عند نهايتها الميازيب (المزاريب) المعدّة لالقاء مياه الأمطار بعيدا وتُعرف هذه التقاسيم بالأوتار .

وسواء كانت هذه الميازيب تصب على الأرض — «وتكون فى هذه الحالة بعيدة أى بارزة بقدر الامكان عن واجهة المبانى» — أو تصب فى قمع متصل بماسورة رأسية مثبتة على طول واجهة البنـاء (وتنتهى من أسـفل بكوع زاوية منفرجة يكون مرتفعا عن سطح الأرض بقـدر نصف متر على الأقل — أو تكون موصلة الى بالوعات « جاليترابات » لتوصيلها الى المجارى العمومية) فانها تكون قد أدّت الغرض المطلوب .

الخرسان العـادية

هى مادة مركّبة من مونة وكسارة الأحجار الصغيرة أو الزلط أو الشُّقافة أو الطوب . ومتى كانت ذات امتزاج تام كانت ذات صلابة وتماسـك وتجمد بسرعة فى المـاء ولا تتأثر منه، وهى إما دسمة أو غير دسمة تبعا لكثرة احدى المـادتين المتركبة منهما أو قلتهما .

وتستعمل الخرسانة بوجه عام فى الأساسات والحيطان والأرضيات والسقوف والسلالم وتختلف نسب التركيب تبعا للشغل المعدّة له .

فالخرسانة العظيمة الثقل ذات المقاومة العظيمة للسحق تستعمل فى التأسيس والحيطان الساندة وفى جميع الأشغال الهندسية عموما وقواعد للآلات الميكانيكية وتسمى خرسانات التأسيس .

والخرسانة الخفيفة تسـتعمل فى الأرضيات وتسمى دكة وسمكها بين ٢٠ و ٣٥ سنتيمترا وتسمى ترصيصة اذا عُملت بالسقف و يكون سمكها من ٥ الى ١٥ سنتيمترا .

خرسانات التأسيس

تتعلق جودة خرسانات التأسيس على نسـبة الخلط وهــذه النسب متغـيرة على حسب أجناس العناصر المستعملة بأنواعها، وأحسن النسب هى كالآتى :

(١) خرسانة الحمرة :

٣ أجزاء من الدقشوم و ٣ أجزاء من المونة المركبة من الجير والحمرة بنسب متساو ية .

(٢) جير مطفى مستوفى الحريق ٢
حمرة مهزوزة ٣
كسر الحجر ١٠

وتكون خرسانة مونة السِّمنت بالنسب الآتية :

(٣) سمينت بورتلاندى ١	سمنت شيكارتين ونصف .
رمل مهزوز... ... ... ٢	رمل $\frac{1}{4}$ مـــتر .
كسر الحجر ٣	كسر الحجر $\frac{1}{2}$ مـــتر .

ويكون سمك خرسانات التأسيس حسب الناتج من حساب الأساسات باعتبار القوانين المستعملة فى انشاء المبانى[1] .

الدّكات

تكون النسب المستعملة فى الدّكات حسب ما يأتى :

(١) مونة جير مائى ورمل باعتبار ٣٠٠ كيلوجرام جير مائى لمتر مكعب من الرمل ٢
كسارة الطوب (حطامة) أو شقف الفخار ٣

(٢) مونة مركّبة من جزء من السِّمنت، جزء من الرمل ١
حطامة الطوب أو شقف الفخار أو الزلط ٢

(٣) مونة مركبة من جزأين سمنت بورتلاندى، ثلاثة رمل ١
حطامة الطوب أو كسر الحجر أو الشقف ٢

(٤) كسارة الحجر الصلب ١٠، جير ٢، حمرة $1\frac{1}{2}$، رمل $1\frac{1}{2}$ ويكون سمكها ٢٠ أو ٢٥ سنتيا .

الترصـــيصات

تكون النسب المستعملة فى الترصيصات كما يأتى :

(١) حطامة الطوب أو الشّقف ... ... ٣ أجـــزاء
مونة مكوّنة من أجزاء متساوية من الجير والحمرة والرمل ... ... ٢ جزءان
ويكون سمكها إما ٠٫٠٥ أو ٠٫١٠ أو ٠٫١٥ مترا .

(١) صفحة ٢٢٦ من انشاء المبانى جزء ثانى لمجموعة هندسة المبانى والانشاءات .

(٢) حطامة الطوب أو الشقف ... ... ٣ أجزاء

مونة من جزء سمنت و ٣ أجزاء رمل ... ... ٢ جزءان

وتكون بالسُّموك السابقة .

(٣) حطامة الطوب أو الشقف ... ... ٣ أجزاء

مونة من جير مائى ورمل ... ... ٢ جزءان

عملية مزج الخرسانة

تزداد خواص الخرسان كلما كان المزج جيدا فيجب مراعاة ذلك دائما بحيث نرى أن الخرسانة بعد المزج تكاد تكون من مادّة واحدة تشك بسرعة ويعمل المزج إما بواسطة التقليب: (١) أو بالصندوق (٢) أو بآلة المزج الميكانيكية (٣)

(١) يؤخذ المقدار اللازم من المونة ويفرد بهيئة كسرات على ملطم وهو عبارة عن طبلية من الخشب متلاحمة الألواح ويوضع عليه المقدار اللازم من كسر الحجر ويقام على هيئة آكام ويقلب الى أن يمزج بالمونة مزجا تاما .

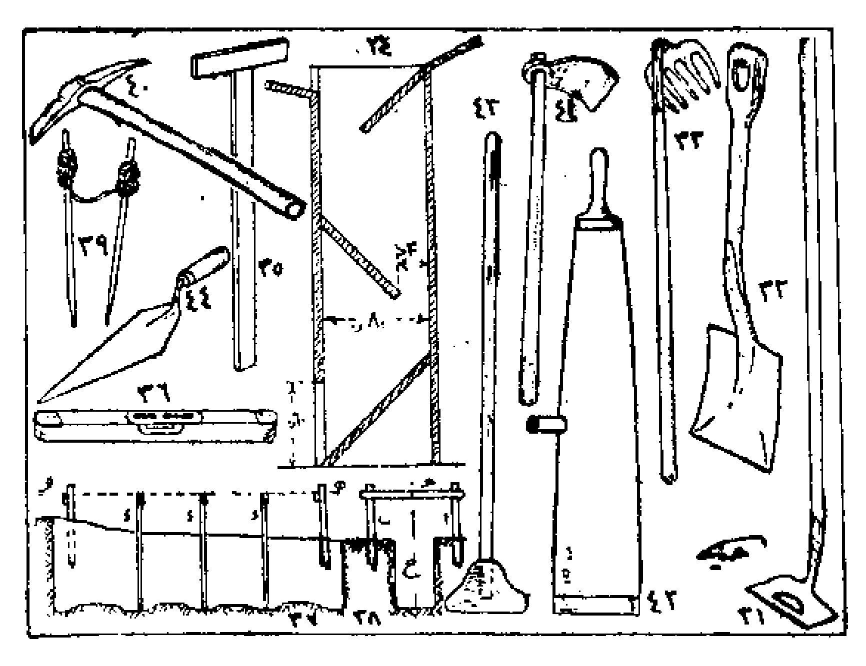
ثم ينشر على هذه الطبقة طبقة جديدة من كسر الحجر وتقلّب، وتكرر هذه العملية الى أن يتم المزج التام .

وترش كسارة الحجر بالماء قبل مزجها بالمونة رشا كافيا حتى يتيسر تقليب الخرسانة بدون إضافة ماء عليها ويجب أن تجوز قطع كسارة الحجر من حلقة فراغها ستة سنتيمترات .

ويجب على النفر المنوط بتجهيز الخرسانة لفّها من جميع جهاتها بواسطة جرافة (شكل ٣١) لها سلاح من الحديد يعمل زاوية حادة تقريبا مع النصاب « اليد » وذلك لكى تمتزج المونة بقطع الكسارة ولا ينفك عن التقليب حتى يشاهد تمام المزج .

ويلزم أربعة أنفار لتجهيز الخرسانة : أحدهم لجلب المواد، وآخر معه «جاروف» كريك الرمى (شكل ٣٢) واثنان للتقليب بواسطة الجرافات وبواسطة الكباش (شكل ٣٣) .

(٢) تُجهز الخرسان بواسطة صندوق رأسى منشورى الشكل ومبين قطاعه بشكل (٣٣ و ٣٤) مصنوع من الخشب بارتفاع ٣ أمتار مفتوح من طرفه العلوى وقطاعه ١,٠٠ × ٠,٨٠ متر من الداخل، وسمك ألواح الأجناب $1\frac{1}{4}$ ً معشقة مع بعضها « مفرزة » والتلويحة المذكورة مقفولة من



(أشكال من ٣١ الى ٤٤)

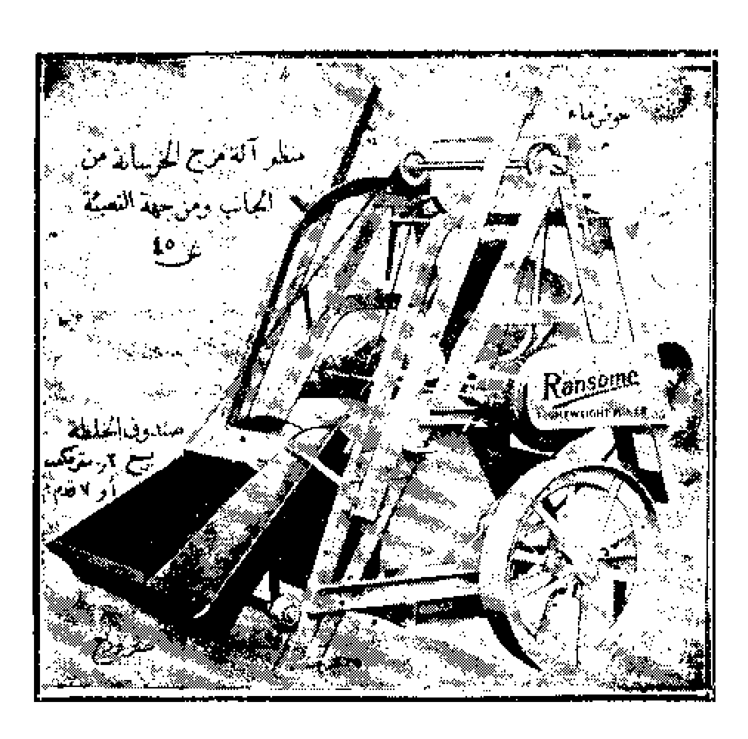
كافة الأجناب ما عدا فى أسفل أحد الأوجه فتحة عرضها ١,٠٠ متر بارتفاع ٠,٦٠ لأجل خروج الخرسانة منها وفى أعلى نفس الوجه فتحة عرضها ١,٠٠ متر بارتفاع ٠,٢٠ متر لأجل رمى « إلقاء » الخرسانة منهـا وبداخل الصـندوق قطع من الخشب مائلة بقـدر ٤٥° مصـنوعة من نفس ألواح الأجناب وسـطوحها العليا مكسوة بالصاج أو التوتيا وعددها ثلاثة موضوعة معكوسة الميـل وعلى ارتفاعات مختلفة بحيث إن إحداها تطرد المواد للثانية والثانية للثالثة .

(٣) توجد طريقـة ميكانيكية وهى طريقـة البراميل التى تتحرك على محاور أفقيـة أو رأسية وطول البرميل ٢,٠٠ مترا وكذا قطره مثبت فى سطحه الداخلى صوابع من الحديد «ريش» فبواسطة دورانه وتحريك الريش تُقلّب المواد .

وتسـتعمل آلة المزج الميكانيكية المبينة (بشكل ٤٥) عند ما يراد الحصول على كمية كبيرة جدا من الخرسانة وتدور بمحرك بخارى وتوجد غيرها تدور بكافة أنواع المحركات وطريقـة مزج الخرسانة بهذه الآلة هى :

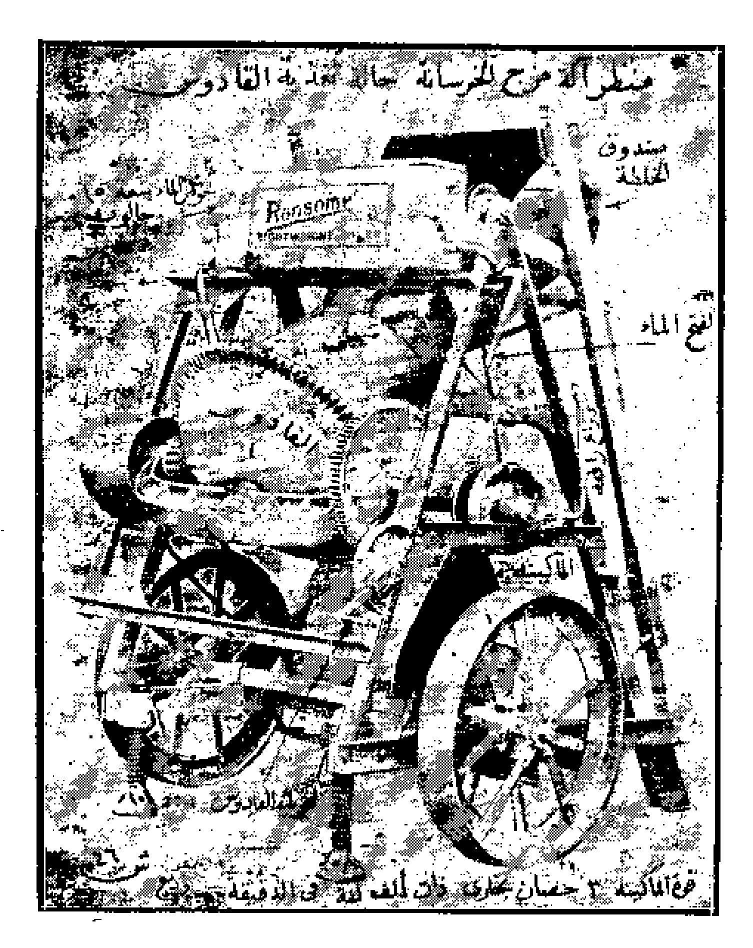
توضع الخلطة من الكسارة فى الصـندوق وعناصر المونة جافة فيضغط النفر المنوط بالآلة على ذراع فيرفع الصندوق بين دليلين وتفرّغ العبوّة فى قادوس التغـذية فتخرج العبوّة المذكورة من أسفله الى الخلاط الذى يدور بحركة دائرية وتدور داخله ريش تقليب بحيث تختلط الخرسانة تمـام

الاختلاط ثم يسلط على الخلطة الجافة مقدار معلوم من الماء من الحوض وبذا تتم عملية المزج المطلوبة وبعد ذلك يفترغ المزيج فى عربة نقل من طراز الديكوفيل اذا كانت الأعمال مهمة وتستدعى ذلك .



(شكل ٤٥)

ويبين (الشكل ٤٥) منظر الآلة وهى مستعدة لاستقبال التعبئة و (الشكل ٤٦) يبين منظرها فى حالة تفريغ التعبئة فى قادوس المزج ، و (الشكل ٤٧) يبين منظرها حالة تفريغ الخرسانة التامة المزج . ثم ان الآلة المبينة بهذه الرسوم هى من صنع محلات رانسوم وهى سهلة الانتقال . وتوجد عدة ماكينات مختلفة لكافة أنواع الأعمال المتطلبة منها بالنسبة لكبرها أرجأنا الكلام عنها الى الكتاب الخاص بالآلات . والآلة التى نحن بصددها ، سعة تغذيتها سبعة أقدام مكعبة وتفرغ خرسانة جيدة المزج حجمها خمسة أقدام مكعبة وتدار ماكينتها بالزيت البترول أو البارافين وأعلى ارتفاع لها فى الوضع (بشكل ٤٦) هو ثمانية أقدام وثلاث بوصات (٢,٥١٥ مترا) مقاسا من أعلى نقطة فى صندوق التعبئة ، وكما (بشكل ٤٧) فيكون ارتفاع الحافة السفلى للقادوس (شفة القادوس) قدمان وثلاثة بوصات (٠,٦٨٦ مترا) وأكبر عرض للآلة بين نهايتى الدنجل ستة أقدام (١,٨٢٩ متر) وأكبر طول لها وقت تفريغ المزيج أى حينما يكون صندوق الخلطة لأسفل مستعدا للاستقبال هو عشرة أقدام وثلاثة بوصات (٣,٢١٤ مترا) .

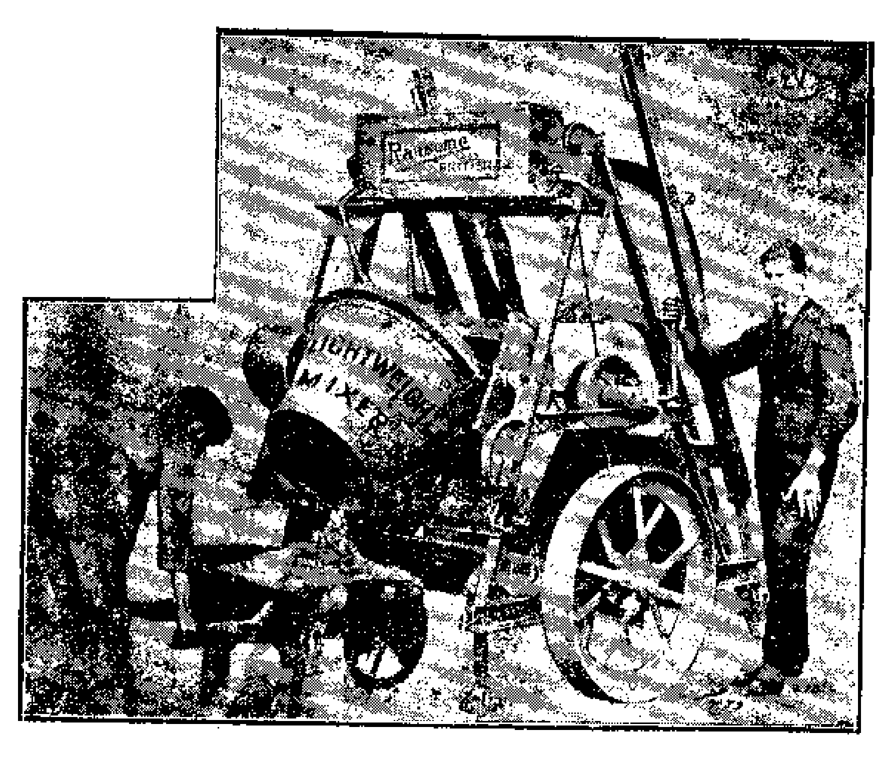


(شـــكل ٤٦)

وتوضع الخرسانة بالأساس بعــد تمهيد قاع الحفر بشرط أن يكون مضبوط الاستواء باستعمال اللحات (شكل ٣٥) وروح التسوية (شكل ٣٦) وأما (شكلى ٣٧ و ٣٨) فيبينان كيفية ضبط استواء الحفير وذلك بأن تضبط لمحتان هـ ، و وذلك باستعمال ميزان طبوغرافى وتُمسك كل من اللحتين بقائمين ا ، ب يدقان فى الأرض على جانبى الحفـير ح وذلك لجعلهما نقطتين ثابتتين وبواسطة استعمال اللحات فى الأوضاع ء تضبط نقط بقاع الحفير يضبط عليها قطع الحفر بعد ذلك .

ويُعــلَّم الحفر على وجه الأرض بواسطة استعمال المسامير والحبل كما فى (شكل ٣٩) وبعــد فرد الحبال ودق المسامير يُرَشّ الجير أو الرمل على الحبل بالمرور فى اتجاه إنفراد يعــلّم هيئة القطع المطلوب ثم بواسطة استعمال القزم المبنية منها قزمة (بشكل ٤٠) والفؤوس (شكل ٤١) يبتدئ العمال فى العمل .

ثم بعد تمهيد قاع الحفر توضع الخرسانة طبقات فوق بعضها سمك كل طبقة منها ٠,٢٥ مترا وتُدكُّ جيدا باستعمال المندالات الخشب (شكل ٤٢) أو المندالات الحديد (شكل ٤٣) حتى يحصل التماسك الشديد ويجب ملاحظة عدم رمى الخرسانة من علٍ خوفا من تفركشها فتضطر العناصر الثقيله منها مثل كسارة الأحجار أو الزلط الى السقوط قبل العناصر الأخرى وفى هذا من ضرر .



(شــكل ٤٧)

و يلاحظ تنقير سطح كل طبقة خرسانية يأتى بعدها طبقة أخرى ولا يمضى عليها أكثر من عشرة دقائق حتى توضع الطبقة الأخرى، و يلاحظ تسوية السطح بواسطة مسطرين «مالج» (شكل ٤٤) وجعله تام الاستواء، و يلاحظ ترك مسطح الخرسانة مندى بالمـاء أثناء العمل و بعده لمدّة أربعة عشر يوما على الاقل ولا يبتدأ فى البناء إلا بعد تمام جفاف الخرسانة .

بحث فى نظرية شَكّ المونّ وتماسك أجزائها

تتكوّن العجينة التى نسميها مونة من مزج عناصرها بعضها بالبعض بوساطة المـاء ، وتلتصق عناصرها المذكورة ببعضها وتتماسك جيدا عند جفاف المونة وبعد مايتم جفافها تصبح كتلة غير مائية وتُعرف إصطلاحا أنهـا شكّت . ويهمنا أن نعلم بعض الشئ عن ظاهرة تماسك عناصر المونة ولذا فيلزمنا البحث فى خاصتى الالتصاق والتماسك .

الالتصاق والتماسك

الالتصاق — يمكننا أن نُعبّر عن الالتصاق بأنه القوّة المقاومة لخاصية التفكك التى فى المواد الكيميائية . فإذا كسرنا إحدى البلورات من السيلينايت فمعنى هذا أننا تغلبنا على قوّة الالتصاق التى بهذه البلورة أو أننا تغلبنا على قوى الجزيئ التى تعطى الصلابة لهذه المـادّة . وفضلا عن أن قوّة الالتصاق هذه تكون ذات مقادير متغيرة فى الأجسام المختلفة فإنها تختلف فى الجسم الواحد باختلاف عناصره .

التماسك — قوة التماسك هى مقدار ما تكنه الأجزاء المختلفة من الميل نحو الانضمام لبعضها لتكوين جسم متماسك واحد، وتكبر هذه القوة كلما كانت الأجزاء خشنة أى كانت ذات سطح كبير تبعا لكثرة التعاريج التى تتكون بسطحه حيث لايمكن للقوة التى تتغلب على قوة التماسك أن تؤثر فى اتجاه عمودى على كل هذه الأسطح . ومن هذا نعلم أنه بإضافة مادة خشنة مثل الرمل على المادة اللاصقة التى ستستعمل فى المونة (سواء كانت هذه المادة جيرا أو سمينتا) فإن قوة التماسك تزداد ، وكذلك تكون الحال إذا أضيفت كسارة الحجر أو الزلط المحبب ، وتكون هذه الأجزاء الخشنة من النوع الذى يُعطِى أكبر مسطح قطاع للقطعة الواحدة اذا قطعت بمستوٍ فى أى مقطع .

ويلاحظ دائما فى الخلطات المعتادة (زلط وخلافه) أن قوة الالتصاق بالمونة هى أكبر من قوة التماسك بالنسبة لكسارة الحجر التى الواحدة منها عبارة عن جسم كثير السطوح والزوايا ، وما أشد هذه القوة اذا كانت الكسارة المستعملة هى من حجوم مختلفة كى تسد الأخلية التى قد تنشأ وإلا نتج عن ذلك استعمال كمية عظيمة من المونة[1] .

ملاحظات على جفاف المونة

المسببات — وعلينا الآن البحث فى ما يُحدث شك المونة المستعملة فى البناء أو فى الخرسانة، وما كل هذه المون سواء كانت جيرية أو جبسية أو سمنتية سوى مساحيق ممزوجة بالماء، ونعلم أننا تحصلنا على هـذه المساحيق بعد تعريض خاماتها الى حرارة الحريق حتى صارت آنيدراتية أو شبيهة لها تماما .

ثم ان السبب فى قوة تماسك المونة بعد جفافها هو أن الماء الذى امتصته هـذه المساحيق قد اتحد معها كيميائيا فصارت عجينية القوام ثم انتفخت أثناء الشك .

فَشَكُّ المونة هو فى الحقيقة عبارة عن ناتج الاتحاد بالماء حتى أن المزيج صار إيدراتيا ، ومن تجاذب الجزيئات الايدراتية المتكونة عندئذ فتنتج قوة الالتصاق، أما التماسك فيحصل — مع وجود أجزاء جافة ساكنة — من ضغط مساحاتها الخارجية كل على الأخرى . ولا يتوقف الالتصاق بين اجزاء المادة على أصلها الكيميائى وعلى العجينة التى تحصلنا عليها فقط بل يتعداهما لدرجة عظيمة الى الاشتراطات والأحوال الطبيعية التى بموجبها يتحد الماء فى حالات المركبات التى تورى ظاهرة

---

(١) يذهب بعض الثقاة فى تقدير حجم الأخلية بأن يدق على الكسارة فى حوض ذى حجم معلوم حتى تصير مدكوكة تماما ثم يصب عليها الماء الذى يتخلخل فيما بين أجزائها وبشرط عدم زيادة الحجم، ويكون حجم الماء هذا هو حجم المونة بعد جفافها .

التبلور . ويتكون الجسم الصلب بعد أن تأخر الأجزاء المذابة وقتا لتتجمع مع بعضها ، وتنقص قوة التصاقها ببعضها أو تنعدم كلية اذا طرأ عليها حادث معاكس .

تتولد حرارة عند إطفاء الجير بالماء واتحادهما ببعضهما ، فاذا كانت عملية الاتحاد بطيئة فتتحصل على جير ذى أجزاء متبلورة وله قوة التصاق عظيمة ويكون سريع الشكّ بخلاف ما إذا كانت العملية سريعة فتتحصل على جير ذى اجزاء مفككة ويكون بطئ الشك .

وتختلف أشكال بللورات عناصر المواد اللاحمة فى المون المختلفة ويكون ذلك تبعا للحالة التى يتكون فيها التبلور . فيمكن للجبس أن يتبلور بهيئة إبر طويلة ورفيعة أو بهيئة بللورات قصيرة مصفوفة ، وفى هذه المادة تكون القوة التى تفصل بين بللورتين أصغر من القوة التى تفصل بين جزئى بللورة واحدة ، وفى هذه الحالة الأخيرة تكون المادة أقوى منها فى الحالة السابقة .

نظريتا الشكّ بالتبلور وبجفاف العجينة

إن وجود مركّبات السليكا فى أنواع الأجيار والسيمنتات المائية مسبب للقوة والمتانة العظيمتين المتحصل عليهما من مؤن هذه المواد بعد جفافها . وتتفكك عناصر مركّبات السليكا عند الاتحاد بالماء . وتتضارب الآراء الكيميائية فى ماهية الشغل الكيميائى الذى تلعبه أجزاء العناصر المختلفة المتكونة منها المون ، ويوجد رأيان نعمل بهما وهما مفصّلان كالآتى :

(ا) يؤول الشك الى حدوث التبلور ولا يعتمد على هذا الرأى فى حالة الأجسام الكاملة التبلور مثل الجبس . ويعمل به فى حالة الأجيار المائية والسيمنتات المكونة من سليكات وآلومينات الجير التى تتفكك وتتحد بالماء وتكوّن مركّبات بللورية ، ويكون الشكّ حينئذ راجعا الى تداخل وتماسك وتعشيق هذه البللورات بعضها بالبعض . وهذه النظرية رأى لاشاتليه . (Le Chatelier) .

(ب) والنظرية الثانية من رأى ميخائيليس (Michaelis) وملخصها أن اتحاد العناصر « من أجيار وسيمنتات » بالماء يجعلها تؤول الى مادّة جيلاتينية أى عجينية القوام من اتحاد سليكات وآلومينات الجير مع الماء ، وتَشُكّ هذه العجينة عند جفافها وتحوّلها الى مادّة صلبة كالغراء .

نظرية التبلور

إن عماد هذه النظرية هو ذلك المركّب الضرورى من وجوده فى الأجيار المائية والسيمنتات وهو ثالث سليكات الكلسيوم[1] مع اعتبار وجود الألومينا بكمية قليلة وتكون فى حالة اتحاد مع الجير[2] . فإذا

(١) سليكات الجير « ٣ كا ا . سـ ا٢ » . (٢) « ٣ كا ا ال٢ ا٣ » .

أضيف الماء الى سليكات الجير فإنها تتحول الى مركب آخر له قابلية لامتصاص الماء مثل ماء التبلور وتكون المعادلة الكيميائية لهذا الناتج كناية عن :

٢ (كا ا سـ ا٢) ٥ يد٢ ا . وأما بقية الجير من المركّب (٣ كا ا . سـ ا٢) فإنها تكون حرة وتتحول إلى إيدرات الكلسيوم(١) التى تتبلور .

فالسيمنت الذى يشك يعتبر كأنه متكوّن من بللورات السليكات الإيدراتية المتعشقة والتى شكلها مثل الإبر وتكون متعشقة معها ومدفونة فيها بللورات سداسية من إيدرات الكلسيوم، ويعتقد العالم لاشاتلييه أن آلومينات الكلسيوم تتحد مع المـاء ويتكوّن من هذا الاتحاد مركب معادلته الكيميائية ٣ كا ا . ا ل٢ ا٢ . ١٠ يد٢ ا . ويعتقد العلماء الفرنسيون بناء على نظرية لاشاتلييه "وعلى الفحص الميكروسكوبى للسيمنت البورتلاندى وعلى التجارب التى أجريت للحصول على كل من سليكات وآلومينات الكلسيوم صناعيا بوساطة إنصهار بعض أجزاء نسبية مختلفة" أن شك المونة يحدث من إيدراتيـة كل من السليكات والآلومينات . ويحـذو الأميركيون حذو كل من نيوبارى وكليفورد وريتشاردسون(٢) بأن شك هذه المونة هو نتيجة تبلور إيدرات الكلسيوم .

نظرية تصلّب العجينة

اذا أضيف الماء على كل من الجير والرمل ومُزجت الخلطة جيدا لتكوّنت لدينا عجينة يكون حجمها أكبر من مجموع حجوم عناصرها، ولا يجوز لنا أن نعتبر المـاء المضاف الى الجير والرمل والذى فى هذه العجينة أنه ماء التبلور إنما هو ماء كان فى قدرته تكوين العجينة المذكورة التى تنتفخ وتتماسك أجزاؤها وتتصلب عند جفافها عند ما تفقد هذا المـاء .

فالسيمنت البورتلاندى مُكوّن من السليكا المتحدة مع الجير بكمية تجعله يفقدها بإضافة مقدار من المـاء، وعند ما تصبح كمية الجير هذه ايدراتية تحصل على عجينة من سليكات الجير :

كا ا . سـ ا٢ + ماء

واذا كانت كمية الجير هذه كبيرة حتى يمكن الحصول على مركّب مثل ٣ كا ا . سـ ا٢ أولا يمكن الحصول عليـه فإنها لا تؤثر على رد الفعل، ولو أنه فى طاقتها أن تؤثر فى المونة المتكوّنة . فحينئذ علينا أن نعلم أن أحسن نسبة لوجود الجير والسليكا تكون (٣ كا ا مع ا سـ ا٢) ولا يكون وجود هذين العنصرين مع بعضهما دلالة على وجود المركب ٣ كا ا . سـ ا٢ .

---

(١) كا (ا يد)٢ . (٢) Newberry, Clifford, & Richardson.

ويقول الدكتور ميخائيليس (Michaelis) أنه ممكن تكوين عجينة جيلاتينيـة من السيمنت اذا مزج السيمنت بقدر من المـاء زنته ٥٠ مرة قدر زنة السيمنت ويحدث انتفاخ فى الحجم بمقدار يتراوح بين ٢٠ و ٢٥ مرة قدر الحجم الأصلى . وإذا خُمِّرت وعُجنت جيدا مثل عجينة مونة الجير فيمكن سحبها وعمل ألواح منها حيث تكون قد فقدت قوة الالتصاق وقوة التبلور .

ملخص الآراء

أجمع الثقاة[1] على أن شكّ المونة يرجع الى تحويل سليكات وآلومينات الجير من أندراتية الى إيدراتية مع تحرير الجير، وأورى كل من لاشاتلييه ونيو بارى وريتشاردسون بأن شك المونة يحدث من التبلور باتحاد المـاء المضاف لتكوين عجينة المونة كأنه ماء التبلور .

وأثبت لاشاتلييه أن شك المونة ناتج من تكوين سليكات الكلسيوم الايدراتيـة — ٢ (كا ا س ا$_{٢}$) ٥ يد$_{٢}$ ا — وكذلك من تكوين الآلومينات — ٣ كا ا ال$_{٢}$ ا$_{٢}$. ١٠ يد$_{٢}$ ا — ويكون ذلك بمقدار صغير .

وأما ريتشاردسون فقد توصل بعد البحث الى أن السبب فى شك المونة هو تكوين بللورات الجير الايدراتية . وكانت نتيجة بحث ميخائيليس أن شك المونة حادث من جفاف العجينة المتكونة من سليكات الجير (كا ا سـ ا$_{٢}$) مع كمية غير محدودة من المـاء المتشبعة منه المونة .

سرعة الجفاف وشَكّ المونة

أظهر لاشاتلييه من نتائج تجارب عدة أن لدقّة نعومة المواد اللاصـقة المستعملة فى المون دخل كبير فى سرعة تصلبها، وكذلك يمكن أن تشك المون بسرعة من إضافة بعض مساحيق تجعل فيها قابلية سرعة الشك وهذا ما تؤيده نظرية "فوق التشبع" للحاليل .

ونعلم أن ذوبان أى مركّب ايدراتى العناصر أو ايدراتى ببعض عناصره يكون أكثر من ذوبانه فيما لو كان مختلطا مع ماء التبلور. فإذا أذيب المصيص فى المـاء فنتحصل على محلول متشبع والذى يكون فى حكم "فوق التشبع" نظرا لمـا يحدث من وجود مونة دسمة المـادة ومتصلبة عقب ايدراتيـة مسحوق المصيص حينما ترسب كبريتات الكلسيوم الايدراتية على هيئة بللورات تاركة المـاء ليذيب جزءا من المسحوق الباقى ثم يرسب على هيئة بللورات أيضا وهكذا دواليك حتى يتحوّل جميع المـاء المضاف "لتكوين المونة" الى ما يسمى ماء التبلور .

---

(١) عن محاضرة بروفسر آندرسون بجلاسجو على تركيب المون عام ١٩٠٢

Prof. Anderson of Glasgow, "The Structure of Cementing Materials".

الباب السابع
قوالب الطوب

نبذة تاريخية — يستعمل الطوب فى إنشاء المبانى بالقطر المصرى من زمن قديم و يرجع استعماله الى عهد قدماء المصريين كما نشاهد ذلك فى آثارهم لليوم وقد كانوا يستعملون نوعين من الطوب وهما الطوب الأخضر والطوب الأحمر . فالأول هو اللّبِن أو الطوب النئ أى الغير محروق فقط مجفف . والثانى هو عين الأوّل فقط محروق و يسمى بالآجر .

ونشاهد الى اليوم فى التلال الكفرية التى هى مدائن الأجداد السابقين وصارت أطلالا آثار الطوب الأحمر وهو ما يسمى لدينا اليوم بالطوب الكفرى و يوجد الكثير منه ببلدة ميدوم بمديرية بنى سويف من الوجه القبلى (راجع المقدّمة التاريخية بكتاب انشاء المبانى) .

وكان مقاس الطوب المستعمل فى أزمنتهم الغابرة هو ما يكافئ بمقاييس اليوم ٠٫٢٩٦ مترا ، ٠٫٥٩٢ متر ، ٠٫٧٤٠ مترا لطول القالب الواحد ، يستعمل الطوب الأخضر بجميع قرى القطر المصرى للآن وهو تقريبا المادة الوحيدة المستعملة فى إنشاء مبانيهم . ولا يستعمل الطوب الأحمر إلا فى البنادر وطبعا فى الأماكن التى يصعب فيها الحصول على الحجارة لإقامة مبانيهم إلا أن الطوب المستعمل هو الطوب الأحمر البلدى .

وقد أخذت صناعة الطوب فى الانتعاش وتقدّمت تقدما محسوسا فأنشئت عدة ورش تصنع نوعا من الطوب أفضل من الطوب البلدى المعتاد (الذى لا توجد نسبة بين أبعاده و بعضها) راعت فيه ارتباطات أبعاد القوالب وذلك بطريقة أنظف وأسرع .

وقوالب الطوب هى عبارة عن كتل صغيرة من الطين منتظمة الأبعاد ذات شكل معين مخصوص يتحصل عليها بطرق التحضير والسبك والحريق .

وعليه تتعلق صفة القوالب فيما يأتى : (١) الخواص الكيميائية للطين النباتى . (ب) تحضير الطين المذكور . (حـ) الدرجات المختلفة للسبك والحريق .

والمركّبات الآتية هى المركبات الكيميائية المحتوى عليها أجود نوع من طينة القوالب وهى :

السليس $\frac{3}{5}$ ، الآلومين أو الطفل $\frac{1}{5}$ ، أوكسيد الحديد والكلسيوم والمغنسيوم والمغنيسيا والصودا والبوتاسيوم لتكوين الخمس الباقى .

فالطينة الطفلية (سليكات الآلومين) تحتوى على خاصية الليونة عند ما تكون رطبة ولكن بوجود حرارة كافية يمكن إخراج كمية المياه المحتوية عليها بطريقة التبخير فتفقد هذه الخاصية وتتحول الى مادة صلبة (متوترة) وتمكنها أن تتقلص وتتلف أثناء الحريق .

والسليس — وهو إما أن يكون متحدا كيميائيا مع الآلومين (الطفل) والمـاء أو خاليا منهما — بخاصية الرمال — ووجود السليس فى الطين يعطيه صلابة وان كانت ليست كبيرة ومقاومة للحرارة وكذلك يمنع منه التشرخ والتفلق و يكسبه أيضا شكلا لمـاعا .

والجير ، فى حالة وجوده فى عجينة الطوب ، يؤثر كيميائيا عند حرق القوالب و يكون كمادة سمنتية مثل الغراء رابطة لذرات القوالب لتعطيها قوة التماسك وصلابة عظيمة . واذا وضع بكمية قليلة فانه ينقص من التقلص الحاصل ، و بزيادة كربونات الكلسيوم فانهـا تحدث بالطوب عند الحريق ليونة و يعدم شكله .

والمغنيسيا الموجودة فى عجينة القوالب تؤثر فى لون القوالب وتكسبها لونا أصفرا خفيفا ، وأوكسيد الحديد يؤثر أيضا فى لون القوالب فيعطيه اللون الأحمر ، وعلى ذلك يكون الطوب المحتوى على مقدار من أوكسيد الحديد طوبا أحمرا .

واذا وُجدت بَرِيتـات الحديد فى الطينة ، فانه من الممكن ازالتهـا بسهولة مع الاعتناء وذلك لأن وجودها يؤكسد القوالب و يجعلها تتبلور بسرعة وتفقدها قوة التماسك وتجبرها للتهشيم .

وقد تحتوى الطينة على بعض أملاح متنوعة مثل طين الأراضى البور أو طين جوانب البحار التى تحتوى على كمية من الملح العادى الذى يجعلها عديمة الصلاحية لعمل قوالب طوب منها .

و يؤثر كثرة وجود الأملاح بسرعة عند الحريق وتحدث تقلصا بالقوالب وانحناء وانحلالا . وعلى العموم اذا عُرّضت القوالب المصنوعة منها للجو فانها تستغرق وقتا عظيما حتى تمتص الرطوبة منهـا . وأملاح سلوفات المغنسيوم وسلوفات الكلسيوم اذا وجدت فى الطينة أو أوردت عنـد الحريق فانها تسبب هذه العوارض وهذا يمكن أن يتغير كيميائيا .

التحليل — يبين التحليل الآتى النسب للعناصر الكيميائية المتركبة منها طينة القوالب ، و يمكن تقسيم أنواع طينة القوالب الى ثلاثة أقسام وهى :

طينة لينة، طينة قوية، طينة سمينة . والجدول الآتى يبين التركيب الكيميائى لهذه الطينات [1] ،

العناصـــر	طينة لينة	طينة قوية	طينة سمينة
سليس	٦٦,٧٠	٤٩,٥٠	٤٣,٠٠
آلومين (طفل)...	٢٧,٠٠	٣٤,٣٠	
أوكسيد الحديد	١,٣	٧,٧٠	٣,٠٠
جير طباشيرى	٠,٥	١,٤	٣٦,٠٤
مغنيسيا	—	٥,٢	٣,٥٠
ثانى أوكسيد الكلسيوم	—	—	٢٠,٤٦
ماء	—	—	٤,٠٠
مواد عضوية...	٥,٠٠	١,٩	—
	١٠٠,٥	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠

فالطينة اللينة تعرف بالطينة القذرة وتحتوى على السليس والآلومين وبعض نسب صـغيرة من أملاح الجير الغريبة، ولعمل قوالب منها يحتاج لاضافة السليس والجير .

والطينة القوية وهى المخصوصة تحتوى على كمية من النليس أيضـا والطفل ويستحسن إضافة كربونات الكلسيوم على هذه الطينة .

وتحتوى الطينة السمينة على نسبة عظيمة من كربونات الكلسيوم ويُصنع منها طوب جيد، ويمكن استعمالها بدون اضافة عناصر أخرى اليها ولكن ممكن إضافة كمية من الرمل والجيراذا كانت طينة القالب صعبة، وهذه الطينة جيدة فتُسحق تربة الطينة فى طاحونة وتُخلط مع الجير الطباشيرى المسحوق حتى تصير فى قوام القشـدة ثم تُمرر فى سـتر (منخل) وتُصب فى صهاريج أو فى حفر فى الأرض تسمى بالمعاجن حتى يتبخر جزء عظيم من المـاء الموجود فيها وذلك بعد أن تكون قد تصفّت ،وترسب العجينة الباقية على هيئة شحمية وتعرف بالطينة السمينة .

طينة قوالب الطوب بالقطر المصرى — ليس كل ما كان طينا يصلح لأن تُصنع منه قوالب الطوب ولكن طينة الطوب هى من طينة الأراضى الزراعية والتى أصلها من الابليز وتنتخب

(١) عن كتاب المرحوم البروفسر شارلز ميتشيل Late Prof. C. Mitchell.

من الأراضى ذات الطينة الطفليــة وهى الصفراء المـائلة لقليل من الحمرة ، لأن الطفل أو الآلومين هو الذى يعطى الصلابة والتمـاسك للطوب .

ولا تنتخب الطينـــة الطفلية الصفراء المـائلة للبياض حيث بها كمية من الرمل أكبر بكثير عما تحتوى عليـه الطينة السابقة، وكثرة مقدار الرمل — كما سبق وقلنا — تُفكّك جزيئات القوالب فتسمى بالطينة السيّاحة .

وأما الطينـــة الزرقاء فتحتاج زمنا طويلا لفكّ جزيئاتها وتحليلها بالمـاء وكذا تحتاج الى رمـل وسباخ أكثر من غيرها ولا داعى لانتخابها نظرا لمـا تتطلبه من المصاريف .

ويكفى لأربعـة أمتار مكعبة من الطينة الطفلية الصفراء المـائلة للاحمرار قليلا مقدار متر مكعب واحد من السبخ مع نصف متر مكعب من الرمل الناعم الذى يكون عادة بجزائر النيل .

اختبار الطينة — يمكن اختبارها بعمل قالب من عجينة الطين وتُجرى عليــه عمليات اختبار التحمّل بعـد حرقه ، فاذا كان جيدا فتعمل قوالب من العجينة الموجودة وإلّا فيجرى البحث الكيميائى عن الأجزاء الممكن اضافتها لتحسين الطينة المذكورة .

العمليات — والعمليات التى تُجرى لتجهيز قوالب طوب هى :

(١) تحضير الطينة . (٢) السّبْك . (٣) التجفيف . (٤) الحريق .

لون القوالب — يحدث لون قوالب الطوب من المركبات المحتوى عليها الطينة كالآتى :

(١) التكوينات الكيميائية لطينة القوالب .

(٢) من الرمل الذى يذر خفيفا على صفوف القوالب أثناء التجفيف .

(٣) من تغيير درجة حرارة الحريق .

(٤) من وجود أوكسيد الحديد فى الطينة .

فالقوالب المصنوعة من الطينة الخالية من أوكسيد الحديد يكون لونها بعـد الحرق أبيضا ومثل هذه الطينة اذا احتوت على مقدار قليل من الطباشير المخلوط بقليل من الحديد فان لون قوالبها يكون أسمرا . واذا قلّت كمية الطباشير (الجيرية) وكثرت كمية أوكسيد الحديد فتتحصّل من الطينة على قوالب يكون لونها بعد الحـرق أحمرا واذا زادت كمية الطباشير صار اللون رماديا والطينة المحتوية على من ٨ فى المائة الى ١٠ فى المائة من أوكسيد الحديد تُعطى بعد الحرق لونا أزرقا وغالبا يقتم فيكون أسودا .

وتكون القوالب عند الحــرق معرّضة لدرجة حرارة مرتفعة ، فاذا احتوت طينة القوالب على مواد قلوية واستمر فى الحرق لدرجة أكبر فيتحصل على قوالب ذات لون أخضر ضارب للزرقة .

وتحتوى القوالب البيضاء ولو على مقدار قليل جدا من أوكسيد الحديد ، والقوالب ذات اللون الأزرق تصنع من طينة تحتوى على مقدار كبير من أوكسيد الحديد ، والقوالب السوداء اللون طينتها كنفس طينة القوالب الزرقاء فقط تحتوى على مقدار قليل من المغنسيا .

وللحصول على لون أحمر حقيق يجب أن تكون الطينة نقية من القاذورات المحتوية على كمية عظيمة من أوكسيد الحديد .

ووجود المغنسيا مع الحديد يجعل لون القوالب أصفرا وكذلك القوالب المحروقة فى القماين فان لون قوالب قمة القمينة يكون أصفرا .

صـــنع القـــوالب

توجد بمصر بضع ورش لتشغيل قوالب الطوب وهى إما يدوية أو آلية ، ومن الورش الميكانيكية هى ورشة المسيو سورناجا الكائنة بجهة الوادى على الضفة الشرقية لنهر النيل مقابلة لمدينة كفر عمّار بمديرية الجيزة . وقد زرناها فى رحلتنا العلمية سنة ١٩١٧ وهى مبنية على أحسن طراز حديث ويحاكى ما توزده من الأصناف أحسن مايصنع بأوروبا . ويصنع بها الآن جميع أنواع الطوب المضغوط السادة أو الملفوف الأحرف للنواصى ، وطوب مخصوص للعقود ، والطوب المفرّغ (المجوّف) بجميع أجناسه ، والقرميد اللازم لتغطية السقوف المائلة على كافة الأشكال وحسب الفُرمة المطلوبة ، ومواسير للمجارى كاملة وأنصاف ومشتركات وسلابسات للراحيض الشرقية وسلاطين المراحيض وصناديق السيفونات وبجميع أنواع الترابيع القيشانى السادة والمزخرفة وكذا الطوب المزجج السادة والمزخرف وبمدينة الإسكندرية ورشة عبد الرازق بك نصير لتشغيل القوالب المسمطة والمفرّغة كبس الماكينة وقطع السلك وأيضا ضرب السُفرة .

ونتمنى أن تتعدّد فاوريقات الطوب بالقطر المصرى حيث أن المبانى آخذة فى الازدياد والتحسن المضطردين لتكون لدينا فاوريقات وطنية نعدم بها حاجتنا الى فاوريقات أوروبا .

وتوجد فوريقات للطوب الأبيض (الرملى) بمصر ، وللطوب الأبيض مزايا فى البناء من انتظام شكله ومتانته ويعيش كثيرا غير أنه يستحسن دائما إستعماله فى الأبنية التى لايراد طلائها بالبياض حيث تظهر ذات رونق جميل ، وبالنسبة لأن مقاس قالب الطوب الأبيض هو ٢٥ × ١٢ × ٦ سنتيات فانه يزن كثيرا ووزن القالب الواحد هو ٢,٥ كيلوجرامات فيكون وزن الألف قالب هو ٢٥٠٠ كيلوجراما ، ويحتوى المتر المكعب على ٥٥٠ قالبا .

وعلى حسب درجات صنع قوالب الطوب المختلفة يمكن تقسيمه من حيث صنعه الى الأقسام الآتية :

(١) سبك اليد ومجفف فقط .
(٢) « « وحرق القمينة .
(٣) سبك اليد ضرب السفرة وحرق القمينة .
(٤) سبك وضغط الماكينة وحرق الفرن .

وقد سبق وذكرنا أن العمليات التى تجرى لتجهيز قوالب الطوب هى :

تحضير الطينة ، السبك ، التجفيف ، الحريق . ونذكر بوجه عام مختصر الطرق المذكورة وفائدتها حيث أنه لا بد من إجراء بعض أو كل هـذه العمليات للحصول على قوالب الطوب وهى كما يأتى :

تحضير الطينة : لأجل الحصول على طينة مناسبة لصنع قوالب الطوب الأحمر يتبع الآتى :

البحث على تربة جيدة، الفحت لاستخراج الطينة، التقاط الحجارة وتنقيتها من المواد الغريبة منها، إضافة الجير . وكذلك الرمل، تعريضها للهواء (تهويتها)، الخلط ، مزجها بالماء فى طواحين تدار لأجل عجنها .

فطريقة البحث على تربة جيدة هى بازالة قشرة الأرض العلوية وتنقية نباتات الهيش والأعشاب والنباتات الشيطانية حتى نصل للتربة المطلوبة .

ويكون الفحت لاستخراج الطمى فى فصل الخريف فتسوى قطعة من سطح الأرض وتكوم عليها تربة الطينـة المطلوبة بارتفـاع بضعة أمتار ثم تنق من حويصلات الحجـارة والمواد الغريبة الموجودة فيها والتى لاتخلو منها .

ثم تُبسط منها طبقة على الارض وتفرش فوقها طبقة من الجير المخلوط مع كمية من الرمل الجاف الى أن ترتفع لمترين ثم تترك الخلطة مدة فصل الشتاء لتكتسب الأمطار ثم بعد ذلك يخلط الجميع ويمزج بالمـاء داخل المعجنة .

وتوجد طريقة أحسن من السابقة وهى : — يؤتى بالطين (الجاف طبعا) ويغربل فى طاحونة مخصوصة لاستخراج الحصى وقطع الحجارة التى تكون عادة مخلوطة به ويرسل الفاضل الى وجاق (باز) ذات عيون مخصوصة تمر منهـا بعد خروجها وتكون على هيئة سائل ، ثم تصب فى بئر يبلغ قطرها نحوا من ٢,٠٠ متر تكون كخزان مؤقت لحفظها ، ثم تُشفط من هـذه البئر (بقـوة قدرها ٢٠ رطلا

للبوصة المربعة) وتمر فى مواســير مخصوصة لتوصيلها الى أحواض مصنوعة فى الأرض حيث تترك ليتبخر جزء من المياه الموجودة بها . واذا كانت محتوية على ماء بكمية كبيرة فيُمَصّ المـاء باستعمال الطلمبات المـاصّة حتى تصـير ليونتها زبدية ، حينئذ تذر كمية من الرمل على سطحها العلوى ، ثم تُرفع بعـد ذلك بالقواديس وتوضع فى اســطوانات داخلهـا رِيَش لتقليب العجينة المذكورة ثم تؤخذ وتضغط بعد ذلك بواسطة آلة مخصوصة لسبكها الى قوالب بأى شكل مطلوب .

والطريقة الريفية المستعملة لعمل طينة الطوب الأخضر بالقطر المصرى هى أن تنتخب الطينة وتخلط بالتـبن أو بالسبخ أو بسبلة البهـائم خلطا قويا ثم تترك حتى تخمر وبعـد ذلك تنقل فى أبراش بالقرب من الأنفار المخصصة بضرب الطوب .

والطريقة المستعملة لعمل طينة قوالب الطوب ضرب السفرة هى أنه بعد بلّ الطين فى حيضان مخصوصة ينقل قريبا من طاولات الضرب ليعجن بواسطة الأرجل ويحال الى عجينة متجانسة ثم يرفع الى الطاولات لتُضرب منه قوالب الطوب . فعند استخراج الطين من محله ينقل الى حيضان البلّ وهذه الحيضان يكون طولها ١٥,٠٠ مترا وعرضها ٦,٠٠ متر وعمقها متر واحد بحيث يشتمل الحوض على ٩٠,٠٠ مترا مكعبا (حسب الشـغل المطلوب) . وفى وقت التنقية التى تجرى قبـل البلّ تختبر الطينة اذا كانت قوية أم لا ويعرف ذلك بقابلية تشقق الطوب فى الهواء مدّة التجفيف ، ولأجل إنقاص قوة التشقق تضاف اليه كمية من الرمل .

السبك — ان طريقة سبك (عمل) القوالب باليد هى لاعطائها أى شكل مراد . وأحيانا يكون عدد صناع القوالب أربعة أشخاص : أحدهم لتجهيز الطين واثنين للقوالب ، ومتى احتاج لطين يذهب أحدهما لجلبه من عند الشخص الأوّل والرابع يخرج الطوب من قوالبـه ، فبهذه الجمعية يمكن صنع ١٢ ألف من قوالب الطوب فى يوم مدّة ساعات العمل فى نهاره ١٢ ساعة .

وطريقة السبك باليد هى أن يُحضَّر صندوق السبك للقالب من الخشب أو من النحاس ويفضّل النوع الأخير وأبعاده هى ١٠″ × ٥″ × ٣″ اذا كان المطلوب جعل أبعاد القوالب المطلوبة كالآتى : ($\frac{٥}{٧}$ ٩ × $\frac{١}{٤}$ ٤ × $\frac{٣}{٤}$ ٢) لأن الطيـن ينكمش عادة وتتداخل جزيئاته فى بعضها بقـدر العشر فى جميع أطواله ، وعادة يبطط القالب بكمية من التراب أو يبلل بالمـاء لسهولة اســتخراجه ، ثم بعد استخراجه يرصّ إما على الأرض المتربة أو على طبلية من الخشب وهى المفضّلة .

والطريقة الريفية للسّـبك هى أن يجلس النفر فى المسطح المنتخب لرصّ القوالب فيـه وتركها لتجف وبيده صندوق السبك وهو عادة من الخشب ، ويصب فيـه الطينة وتكون الأرضية متربة

بالتراب الجاف أو الرمل الناعم لعدم التصاق القوالب بالأرض ، و يساوى سطح الطينة العلوى ويبططها داخل صندوق السبك ثم يرفع الصندوق فيبقى القالب المسبوك محله ويُنقل صندوق السبك بجواره وهكذا الى أن يمتلئ المسطح بالقوالب المسبوكة على هذا النحو فيتركها معرّضة للشمس حتى تجف .

وطريقة السّبك على الطاولات المعبر عنها بضرب السُّفرة هى أن تحضر طاولات مصنوعة من ألواح الخشب المجمّعة مع بعضها والمحمولة على حوامل ثم توضع كمية من الطين المعجون على الطاولة ويوضع أمام الطواب دلو به ماء لغسل صندوق السبك المسمى القالب أو الفُرمة وقصعة بها تراب جاف أو رمل وذلك للرش من التراب المذكور على الطاولة وعلى القالب لكيلا يلتصق الطين بهما ، ويكون مع كل طوّاب ثلاثة قوالب سبك وغلامان فيسبك القالب و يتركه لغلام ليخرجه من قالب السبك و يكون هو مستمرا فى السبك بأخذ قوالب السبك بالتبادل وتكون الحركة مستمرة ، ويكون السبك على لوح صغير بقدر القالب فتنقل الغلمان الألواح المذكورة وعليها القوالب للنشر، و يتيسر له بهذه الحالة أن يصنع لغاية ١٥٠٠ طوبة يوميا .

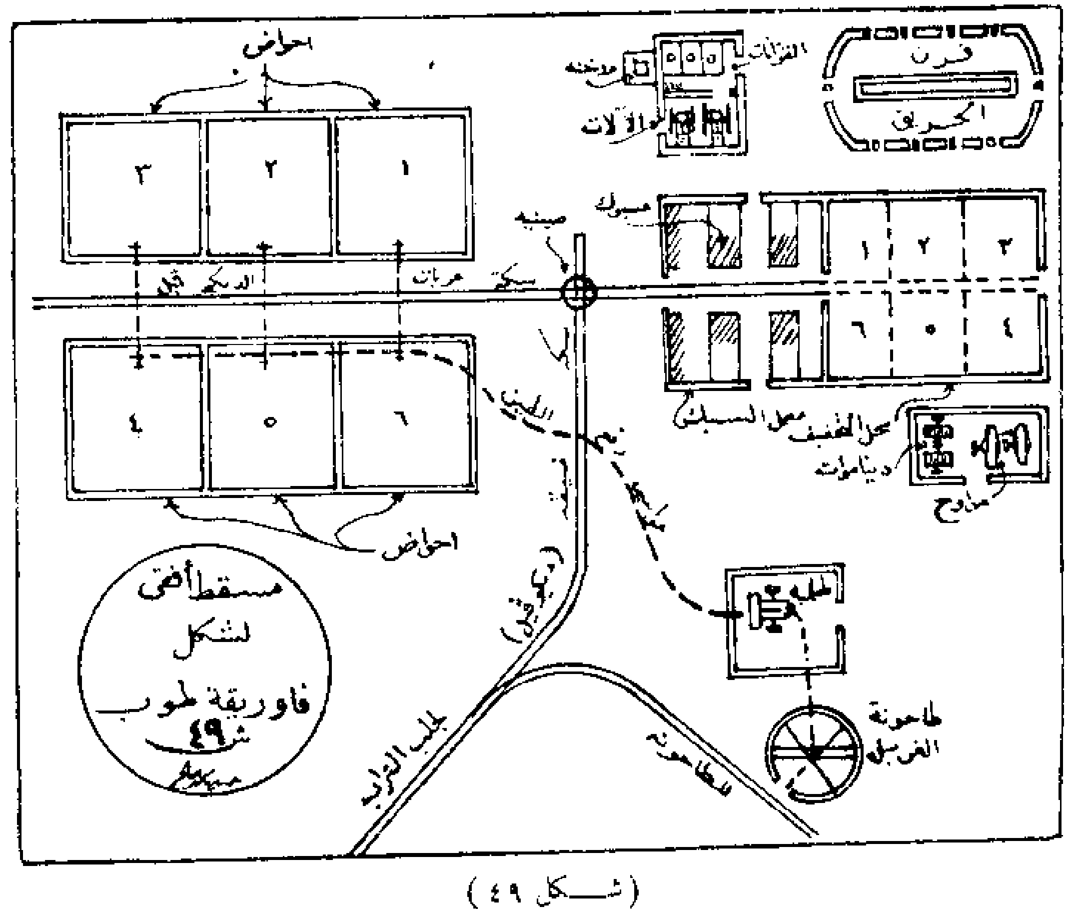
وطريقة السبك الميكانيكية هى أن تُمَرّر الطينة بالضغط داخل مكبس منشورى الشكل مجوّف فتخرج كتلة طويلة مكبوسة من الفوهة قطاعها طول القالب وعرضه ، وتمر على راسمة من الزهر مستوية السطح حتى علامة القطع فتقطع بواسطة السلك وذلك بأنه عند ما يمر طول من كتلة الطين المسبوكة بعد العلامة بمقدار يساوى سمك القالب ينزل سلك القطع بحركة أوتوماتيكية و يقطع القالب ثم يرتفع وفى هذه اللحظة تُحرك الراسمة (بعد العلامة) وعليها القالب المقطوع وترتفع محلها راسمة أخرى تستقبل القالب الآخر وهكذا تستمر العملية المذكورة وتؤخذ القوالب المقطوعة للتجفيف .

التجفيف — الغرض من هذه العملية هو ضبط شكل قوالب الطوب قبل تهيئتها للحريق ويكون الجفاف شاملا لجميع أجزاء القالب وتسمى منطقة التجفيف « المنشر » .

فعملية تجفيف الطوب الأخضر هو أنه بعد فراغ الطوّاب من السبك على سطح الأرض يترك القوالب المسبوكة معرّضة للشمس والهواء و يستسهلون هذه الطريقة نظرا لداعى الاقتصاد ولكن الأفضل هو وقاية المنشر بتغطيته وذلك بعمل سقيف له ولكنهم يفضلون تركه مهويا نظرا لأن الطوب الأخضر يستعمل فى البناء و يكون دائما معرضا لحرارة الشمس والهواء .

وعملية تجفيف الطوب ضرب السفرة هى أنه بعد وضع القوالب المسبوكة فوق اللوح يذهب بها الغلمان و يسمون (نزّالة القوالب) الى محل المنشر ويبقى كذلك يوما بليلة أى لمدة ٢٤ ساعة حيث يكون قد جف نوعا فينقل (خلّاى الفروش) العامل المنوط بالمنشر القوالب من على الألواح الى

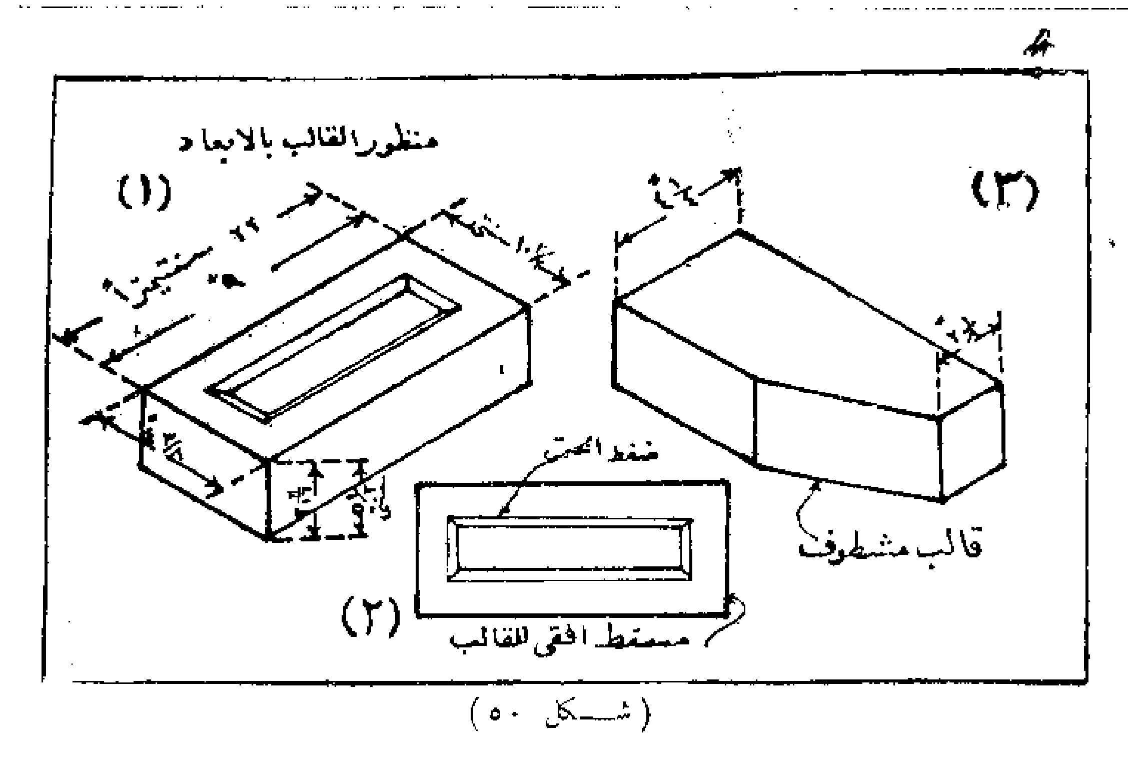
الأرض بمحل المنشر، ويكون وضع القالب على سيفه (سكينة) ويقلّبـه على أوجهه الأربعة ليكون الجفاف شاملا جميع الأوجه على حدّ سواء . وبعد ذلك وفى نفس اليوم يؤخذ ويرصّ حيطانا رأسية بارتفاع غايته متران ويكون وضع القوالب على سيفها بجوار وفوق بعضها بحيث تترك فراغا بين



(شـــكل ٤٩)

الصفوف الأفقية والرأسية وتاليتها لتسمح لمرور الهواء وتُعمل جمـلة حيطان بهـذه الصورة حسب سعة المنشر وتترك لغاية ١٥ يوما تحت سقائف لمنع وصول حرارة الشمس اليهـا فقط يتخللها الهواء حتى تجف ثم تؤخذ للحريق .

وتوجد طريقة تجفيف أسرع مما ذكر بكثير وهى أنه بعد أن تخرج القوالب من المكابس الميكانيكية وبعد قطعها تُرصّ على عربات ذات أرفف ويكون رص القوالب على سيفها، وهذه العربات يمكن تحريكها بواسطة العجل على قضبـان من الحديد بحيث أنها تُرسل الى محلات التجفيف، وهذه المحلات مقسمة الى جملة أقسام مختلفة تشابه الأود بحيث أن الجزء منهـا تكون درجة حرارته قليلة والثانى مرتفعة أكثر . فتدخل العربات فى الغرف المعدّة لها ففى الغرفة الأولى تكون القوالب النيئة ثم تأتى عربة أخرى وتجبر التى أمامها على السير للدخول فى الغرفة الأخرى وهكذا ثم توصل القوالب المذكورة الى أفران الحريق .



(شـــكل ٥٠)

الحريق — الغرض من هذه العملية هو طرد الرطوبة خارج طينة القالب ليفقد ليونته ولاعطائه صلابة تامة وسطح زجاجى خفيف وتماسك بين الأجزاء المختلفة لمقاومة الضغوط أو التأثيرات الواقعة عليه .

وتُحرق القوالب لدرجات صلابة مختلفة حسب مقاومتها للتأثيرات وتجرى العملية المذكورة على حالتين : (الأولى) الطريقة المتقطعة وهى بواسطة القماين أو الكُوَش ، و (الثانية) الطريقة المستمرة وهى بواسطة الأفران .

القمائن — وهى عبارة عن أفران متفرقة تعمل خصيصا وتشتغل مرة واحدة فقط و يمكن عملها على أى مسطح من الأرض . و يكون مسقطها الأفقى الذى تقام عليــه عادة مربعا ضلعه لغاية ٤ أمتار أو ٥ أمتار و يصل ارتفاعها ٥ أمتار فى بعض الأحايين وتعمل أوجهها مائلة قليلا الى الداخل كلما ارتفعت حتى يتحصل على مسقط أى وجه من أوجهها يكون مشابها لشبه منحرف قاعدته الكبرى هى قاعدة القمينة .

وتُنشأ برص القوالب المأخوذة بعــد التجفيف من المنشر على هيئة مداميك فوق بعضها و يُعمل بأسفلها مجارى لا تتجاوز فتحتها ٢٠,٠ متر وهذه المجارى تكون إما واصلة بين وجهين فقط أو واصلة لبعضها من الأر بعــة جهات ، وعلى العموم يراعى توجيــه المجارى بحيث تكون معرضة لتيار الهواء بالقطر المصرى أى من بحرى لقبلى وذلك لسهولة استعار النار عند اشتعالها فيساعد على زيادة وسرعة الاحتراق ، فيبتدأ برص القوالب ثلاثة مداميــك و يكون كل مدماكين موضوعين خِلف وخلاف

أى أن القوالب فى المدماك الثـانى يكون اتجاهها عموديا على قوالب المدماك الأول ، وتتبع نفس الطريقة فى جميع المداميك حتى قمة القمينة .

فبعد رصّ الثلاثة المداميك الأول التى عُملت بواسطتها المجارى يرص المدماك الرابع بحيث يغطى هذه المجارى .

وتملأُ المجارى المذكورة بأى نوع من أنواع الوقود ملئا تاما وليكن الفحم الخشن ، وبعد رص المدماك الرابع تُفرش طبقة من الفحم الناعم قدرها سنتيمتر واحد ويرص المدماك الخامس ثم تفرش على كل مدماك طبقـة من الفحم المذكور قدرها سـنتيمتر أو نصف سنتيمتر وهكذا الى أن يوصل الى قمة القمينة . وتكون قوالب المدماك متباعدة عن بعضها بقدر سنتيمتر واحد وبعد الانتهاء من الرص تلطس جميع أوجهها بالطين (تُلَيَّس) ويكون سمك طبقة اللياسة نحو الثلاثة سنتيمترات والغرض من ذلك حفـظ الحرارة داخل القميـنـة وعدم ضياعها وثم يبتدأ فى إشعال الفحم لأجل الحـــريق .

مدة الحريق — تختلف المدة التى يتم فيها استواء الطوب المصنوع بهذه الكيفية ويتعلق هذا بنوع أخَصّ على وجود تيار الهواء المساعد على الاشتعال وتختلف من ثلاثة أسابيع الى ستة أسابيــع .

علامة تمام الاستواء — وتظهر عوارض تبين لنا أن قوالب الطوب قد تم استواءها بحالات منها انقطاع الدخنة وقشر اللياسة من على أوجه القمينة وتساقطها وحيث ذلك ، وتترك مدّة أسبوع حتى تبرد وذلك خوفا من إخراج الطوب من الجو الساخن الموجود به الى جو بارد فيتشقق وينكسر ، وعليه تترك القمينة لهذه المدّة حتى تكون قد بردت ثم تستخرج القوالب منها .

وكلما كبرت القمينة تقل كمية مادة الحريق المطلوبة لها وتزيد كلما صغرت وخصوصا اذا كانت موضوعة فى محل مخبأ ـ مدارى ـ من الريح . ويلزم لحرق خمسين ألف قالب مقدار ثلاثة قناطير من الفحم الحجرى الناعم واذا كانت أقل لغاية ٢٥ ألف فيلزم ½٣ قنطارا ، وإذا كانت مائة ألف قالب فيلزم ¾٢ قنطارا ويقاس على هذا .

أفران حريق الطوب — الغرض من هذه الأفران حرق الطوب بطريقة مستمرّة وسريعة وينسب أصـل اختراعها الى بلاد النمسا وقد انتقلت لفرنسا ثم لبلاد الانجليز واسكوتلاند ، وأنواع الأفران الآتية هى المستعملة غالبا فى صنع الطوب بالطرق الحديثة وهى :

الأفران الاسكتلندية (Scottish) : عبارة عن أربعة أود مسقّفة وتمرّ من أسفلها مجارى اللهب التى يزاد عليها الفحم زيادة مضطردة لاستمرار الاحتراق وقد عُملت الأود المذكورة بحيث تسع من ٢٠ ألف الى ٥٠ ألف قالب . وتُرَصّ القوالب متباعدة عن بعضها لسهولة مرور اللهب ويكون رصها فوق بعضها على هيئة مداميك مع عمل حساب مرور اللهب حول كل قالب ، ثم يوضع فى أعلى الرصة مدماك من القوالب التى سبق وحرقت قديما لتمنع تشمع الحرارة لأعلى وتجبرها على تسخين الطبقة التى فى أسفلها .

وتمكث القوالب من يومين الى ثلاثة أيام حتى يتم حرقها بهذه الكيفية مع وضع كميات فحم الحريق بالتوالى كما سبق لاستمرار اللهب . ثم أنه بعد تمام الحرق تطفأ النار وتترك الفرن لتبرد تدريجيا . والقوالب المحروقة بهذه الكيفية ذات شكل ومنظر أحسن من المحروقة بالطرق السابقة .

وتنقّى القوالب الجيدة من منتصف الفرن ، والقوالب العلوية تكون مطفلة ولا يستحسن استعمالها فى البناء فى الخارجات بل يعنى بها فى داخلية المبانى ، وقوالب القاع تكون عرضة للتهشم .

ويمكن تقسيم القوالب حريق الفرن بحسب جودتها كما يأتى :

(١) قوالب من الصنف العـــال — وهى تستخرج من منتصف الفرن .

(٢) « « « المتوسط — « « « « الرصات مابين ١ و ٣

(٣) « « « الواطى — « « « « العلوية والسفلية .

أفران هوفمان (Hoffman Kilns) — هذه الأفران مستديرة المسقط الأفقى وتحتوى على حجرة عظيمة مفصولة عن بعضها بالتقسيم بواسطة قواطيع من البناء (ريش) متعدّدة ذات فتحات «شنايش» ضيقة من أسفلها ويبلغ عدد الأقسام ١٢ بيتا (أودة) وجميعها متصلة بمجارى دخان للمدخنة العمومية وهى مبنية فى الوسط . وهذه المجارى تُفتح وتُغلق حسب الارادة . ومن الممكن تشغيل كل أو بعض هذه الأود ، وذلك بملئها بالطوب ، فباشتعال الوقود وفتح باب المدخنة يحصل جذب الهواء الموجود داخل هذه الاود وباستمرار حرق الوقود تحترق القوالب .

تُرَصّ القوالب المسبوكة فى عشرة أود ولتكن مثلا من نمرة ٣ الى نمرة ١٢ والقسم نمرة ١ يستعمل لأجل التعبئة ، والقسم نمرة ٢ يستعمل لأجل التفريغ . فشنيشة الولعة فى الأودة نمرة ١٢ الموصلة للمدخنة العموميـــة يجب أن تكون مفتوحة بينما تكون باقى الشنايش مغلقة فعلى ذلك يجبر الهواء بأن يمر فى جميع الأقسام الملآنة وتحترق القوالب الموجودة فى نمرة ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ بينما تكون القوالب

الموجودة فى الأود نمـرة ٧ ، ٨ فى حالة تبريد والموجودة فى نمرة ٩ ، ١٠ ، ١١ فى أعلى درجة التسخين ونمرة ١٢ تكون فى حالات متغيرة تبعا لكيفية الحريق والتبريد .

والأبواب الموصلة للأقسام من مابين نمرة ١٢ ، ١ تقفل وذلك لتمنع مرور الهواء داخل نمرة ١ عند ما يكون القسم نمرة ٢ معبأ يكون هو قد فرغ .

وتُغطّى شنايش الوِلْعات السفلية للأقسام ١ ، ٢ بورق حرارى ويليس عليها بالطين أو بغطاء من الصاج يتزلق ثم تفتح شنيشة واسعة نمرة ١ وتغلق شنيشة نمرة ١٢ فيزيل الهواء المـار حينئذ أغطية الشنايش بين ١٢ ، ١ وتكرر هذه العملية ثم بعد ملء كل قسم بالقوالب يسدّ الباب المعدّ لمثله منـه بالطوب ويليس عليه من الخارج بالطين لعدم تشعع الحرارة منه .

أفراده واريبه (Warrin kilns) — وقد حَسَّن وارين طراز هـذه الأفران بجعل الفرن مستطيل المسقط الأفقى وقسّمه لغاية ١٤ قسما وكلها لهـا فتحات بأبواب متصلة ببعضها وبها جملة فتحات أخرى خصوصا الأود الأولى منها وهى معدّة لدخول البخار والهواء الساخن والغرض من ذلك امتصاص الرطوبة الموجودة فى القوالب وإخراجها مع البخار بواسطة المراوح التى تشتغل لهذا الغرض ، فعند ما يؤتى بالقوالب المراد حرقها تدخل بواسطة عربات فى الغرف المعدّة لهـا ويبتدأ فى الحريق فترّص القوالب وتترك حتى يتم حرقها وتوجد من الجهة الأخرى فتحات ثانية معدّة لإخراج القوالب المحروقة وتوصيلها الى الغرف المجاورة لتبريدها بالتدريج .

خواص قوالب الطوب الاحمر — تعرف قوالب الطوب الأحمر الجيدة من الخواص الآتية :

خلوص صوت القالب عند مصادمته بغيره ودقة حبوب سطح مكسره وتداخلها فى بعضها بحيث لاتظهر فيه مسام — عدم تأثره من المـاء أو الثلج عند تعريضه لها ولا يمتص من المـاء أكثر من ١٥ فى المـائة من وزنه — وأن يكون لونه أحمرا فقط أو أحمرا مائلا للسمرة — وأن يتحمل عدّة طرقات متعدّدة قبل أن ينكسر بالمطرقة .

وتتغير كمية الميـاه التى يمتصها القالب فتكون من $\frac{1}{5}$ الى $\frac{1}{15}$ من وزنه والنتائج الآتية هى لثلاثة أنواع من قوالب الطوب عن (Prof. C. Mitchell.) :

نـــوع القـالب	المقـاس بالبوصـة طول فى عرض فى سمك	وزن القالب بالرطل	الثقل بالطن للبوصة المربعة الكافى لسحق القالب	مقدار امتصاص القالب للماء فى المـائة
طوب أحمر مضغوط مقطوع بالسلك ...	٨٫٦ × ٤ × ٢٫٦	٥٫٤	١٣٫٥	١٩٫٠
« « « كبس الماكنة ...	٨٫٧٥ × ٤٫ × ٢٫٧	٦٫١	١٫٢٣	١٩٫٥
« أبيض « « « ...	٩ × ٤٫٣٣ × ٢٫٩٢	٦٫٣	١٫٣٥	١٧٫٠

المقاسات — تختلف مقاسات القوالب المستعملة فى البلدان المختلفة بالقطر المصرى إلا أنه توجد ارتباطا نظرية بين هذه الأبعاد و بعضها وعلى العموم يجب أن يكون طول قالب الطوب مساو يا لضعف عرضه زائدا قيمة سمك لحام المونة . و يكون هناك ارتباط بين العرض والسمك فيكون العرض « غالبا » مساو يا لضعف السمك . وهذا الارتباط الأخير أوفق كثيرا ولو أنه لا يرى على بعض أنواع الطوب المضغوط . و ينشأ أيضا إختلاف المقاسات من أن معظم الورش التى تصنع القوالب لا تخرج كل منها قوالبا ذات مقاسات مماثلة لما تخرجه الأخرى . وهاك مقاسات أغلب القوالب التى تستعمل بقطرنا .

نـــوع القالب	الطول	العرض	السمك
ضرب سفره مصرى	٢٣	١١	٥,٥ سنتيمترات
طوب بلدى...	١٦	٧,٥	٦ »
	٢٥	١٢	٦ »
سورناجا كبس الماكنة...	٢٣	١١	٧ »
» مخرم صغير صفين	٢١	١٠	٥ »
» » كبير »	٢٣	١١	٧ »
» » » صف	٣٠	١٥	١٠ »
» » صغير »	٢٣	١٠	٥ »

وقد وضعت الجمعية الملوكية للهندسيين المعمارين البريتانيين بانجلترا R.I.B.A فقرات خاصة بقوالب الطوب المستعملة فى الأبنية وهى مهمة جدًا ويجب تذكرها :

(١) يجب أن يكون طول القالب مساو يا لضعف عرضه زائدا سمك طبقة مونة اللحام الرأسية .

(٢) يكون مقاس كل أربعة مداميك من البناء بالطوب وأربعة لحامات أفقية قدما واحدا . و يكون سمك اللحام متغيرا من $\frac{1}{16}$ الى $\frac{5}{16}$ من البوصة للحامات الأفقية، $\frac{1}{4}$ بوصة للحامات الصاعدة ، و يكون البعد ما بين محورى كل لحامين بالمدماك ذى القوالب الشناوى $\frac{1}{4}$ ٩ بوصة .

وتقاس القوالب اذا رصت بجوار بعضها على الناشف حسب ما يأتى :

(ا) يكون طول ثمانية قوالب موضوعة الرؤس فى الرؤس — شناوى — مساو يا الى ٧٢ بوصة ،

(ب) يكون مقاس ثمانية قوالب موضوعة الجنب فى الجنب — آدية — مساويا الى ٣٥ بوصة .

(ج) يكون مقاس ثمانية قوالب مرصوصة فوق بعضها مساويا الى $\frac{1}{2}$٢١ بوصة .

ويمكن احتساب نقص ١ بوصـة فى الطول من الفقرة ا ، $\frac{1}{2}$ من كل من ب، حـ . وتسرى هذه المقاسات على البناء فى جميع الأحوال سـواء كان الطوب ضرب سـفره أو سبك ماكينة وذلك للقوالب المصنوعة حسب المقاسات ٩ × $\frac{3}{8}$٤ × $\frac{11}{16}$٢ بوصات .

أما بالقطر المصرى فغالب ما يسـتعمل هو الطوب الذى مقاساته ٢٥ × ١٢ × ٦ أو ٢٣ × ١١ × $\frac{1}{2}$٥ سنتيمترات وتكون سموك الحيطان المبنية به كما يأتى :

حائط سمك نصف قالب	مقاسها ١١ سنتيمترات	حائط سمك قالبان	مقاسها ٤٧ سنتيمترا
« « قالب	« ٢٣ «	« « قالبان ونصف	« ٥٩ «
« « قالب ونصف	« ٣٥ «	« « ثلاثة قوالب	« ٧١ «

وتوجد قوالب مستعملة بكثرة فى بريتانيا ويستورد النذر اليسير منها لقطرنا لبعض أعمال هامة تستدعى استجلابها وهى المذكورة بعد (عن Prof. C. Gourlay) : —

النـــوع	طول	عرض	سمك
اسكوتش من سانديفولد بجوار جلاسجو	٩,٥	٤,٥	٣,٥ بوصات
قوالب جلاسجو (.Glas)	٩	٤,٣	٣,٤ «
اسكوتش للقواطيع من الجين Elgin	١٢	٦	٣ «
قوالب بريستول (كاتى بروك)	٩,٢٥	٤	٣ «
قوالب ليدز	٩,٥	٤,٥	٣,٥ «
« ايرلاندية	٨	٣,٧٥	٣,٧٥ «
« لندن أو فليتون	٨,٧٥	٤,٢٥	٢,٧٥ «
« انجليزى أو سكوتش	٩	$\frac{3}{8}$٤	$\frac{11}{16}$٢ «

اختبارات القوالب

وقد أجريت جملة بانجلترا تجارب لاظهار مقدار ما يتحمله كل نوع من أنواع القوالب، ومبين بالجدول الآتى نتيجة اختبار أجرى على ستة قوالب من الطوب كبس الماكينة مصنوع بورش الطوب بضواحى (بيتر بورو (Peterborough) بانجلترا (١)) .

نمرة	الوصف	المقاسات بالبوصة	مسطح القاعدة بالبوصة المربعة	مقدار الضغط بالأرطال حينما ظهر بها التشريخ	كثر بها التشريخ	سحقت
١	قالب من الطوب الأحمر به ضغط فى وجه واحد ومملوء بالسيمنت	٨,٧٤ × ٤,١٨ × ٢,٦٤	٣٦,٥٣	٨٩٧٠٠	١٥١٢٠٠	١٥٥٠٠٠
٢		٨,٧٠ × ٤,١٣ × ٢,٦٥	٣٥,٩٣	٨٢٢٠٠	١٣٤٢٠٠	١٣٤٢٠٠
٣		٨,٧٢ × ٤,١٦ × ٢,٦٢	٣٦,٢٧	٨٣٤٠٠	١٢٠٥٠٠	١٢٣١٠٠
٤		٨,٩٥ × ٤,٢٣ × ٢,٦٤	٣٦,٥٩	٨٣٦٠٠	١٢٤٥٠٠	١٢٤٥٠٠
٥		٨,٧٣ × ٤,١٢ × ٢,٦٤	٣٥,٩٧	٧٩٦٠٠	١١٨٤٠٠	١٢٢٧٠٠
٦		٨,٧٨ × ٤,٢٥ × ٢,٦٨	٣٧,٣١	٦٨٢٠٠	١١٣٨٠٠	١٢٢١٠٠
		المتوسط	٣٦,٤٣	٨١١١٧	١٢٧١٠٠	١٣١٩٣٣
		أرطال للبوصة المربعة		٢٢٢٧	٣٤٨٩	٣٦٢٢
		طنات للقدم المربع		١٤٣,٢	٢٢٤,٤	٢٣٢,٩

ومقاسات القوالب التى من هذه الورش وتسمى فليتون (Fletton) هى ٨ ٣/٤ × ٤ ١/٤ × ٢ ٥/٨ بوصات و يزن القالب الواحد منها ٥,٦ أرطال (أعنى أن وزن الألف منه طنان ونصف) واذا غمس الطوب المذكور فى الماء لمدة ٢٤ ساعة فانه يمتص ٢٠ ٪ من الماء من وزنه . وقد وضع القالب عند التجربة بين قطعتين (وسادتين) من خشب الموسكى بسمك ٣/٨ بوصة .

حمل الاعمده — اذا بنيت دعامة من الطوب فيلزم أن لا يزيد ارتفاعها عن ستة أمثال ضلع قاعدتها اذا لم تكن ذات مساند . أما الدعامات المسنودة فيكون ارتفاعها ١٢ مرة قدر ضلع قاعدتها .

ولا يلزم أن تزيد الضغوط الواقعة على المبنى بالطوب عن من خمسة الى اثنى عشرة أطنان على القدم المربع . أما القوة الساحقة فتختلف تبعا لنوع المونة المستعملة فى المبنى ، وتبعا لنوع القوالب

(١) معربة عن كتاب المبانى للأستاذ ميتشيل (Prof. C. Mitchell.) .

المستعملة وحسب عمر المبنى أيضا وسنفرد لذلك شرح فى المباحث الخاصة بالمقاومات غير أنه يفهم من الجدول الآتى بيان نتائج تجارب أجريت على قوالب طوب انكليزى :

نــوع القــالب	الضغط بالطن للقدم المربع ابتدأت تتشرخ	تشرخت	سحقت
طوب أحمر { ضرب السفرة وحرق القمينة...	٩٨,٣	١١٤,٣	١٢٥,٩
طوب أحمر { كبس الماكينة وحرق الفرن...	١٤٧,٣	١٩٢,٣	١٩٤,٧
والنتائج الآتية عن تجربة أجريت على نوعين مختلفين من قوالب الطوب الأبيض (الرملى)	١١ ٠	٢١ ٥	٢٣ ٢
	١٦٤,٢	٢٢٤,٢	٢٢٩,٣
والنتائج الآتية عن تجربة أجريت على عينة من الطوب الأبيض صنع فاوريقة (Aylesford Pottery Co.) بانجلترا	٧٥٠	٥٨٨	٩١١

ومعدّل حمل الأمن للطوب الأحمر المضغوط صنع فاوريقات سورناجا (بالقطر المصرى)

هو = ٥٠٠٦ أرطال للبوصة المربعة .

أو = ٣٥٢ كيلوجراما للسنتيمتر المربع .

والنتائج الآتية هى لجملة أنواع أخرى من قوالب الطوب . وهى مقتبسة من جداول التجارب المعمولة بمعرفة الأستاذ أنوين (Prof. Unwin) .

نوع القــالب	المقياس بالبوصة طول فى عرض فى سمك	الضغط بالطن للقدم المربع ابتدأت تتشرخ	سحقت
قالب طوب أحمر مضغوط...	٩,١ × ٤,٣ × ٢,٧	٧١	١٤١
« « « قطع السلك	٩,١ × ٤,٣ × ٢,٧	١١٥	٢٢٩
« « أبيض مضغوط	٨,٨ × ٤,٢ × ٢,٨	١٠٤	١٧٨
« « « قطع السلك	٩, × ٤,٢ × ٢,٧	١٥١	٢٣٩
« « لونه أصفر...	٩,٢ × ٤,٤ × ٢,٩	٦٨	٨٢
« « « أزرق...	٩, × ٤,٢ × ٢,٩	٤٥٠	٥٦٤

و يؤخذ مما سبق من النتائج أن الضغط على أى مبنى بالطوب يجب أن لا يتجاوز ملخص النتائج الآتيـــة :

	طن للقدم المربع
قوالب من الطوب المضغوط مبنية بمونة السمنت	١٢
« « « ضرب السفرة مبنية بمونة السمنت	٨
« « « الاعتيادية مبنية بمونة السمنت	٥

أنواع قوالب الطوب

تصنع فى فاوريقات الطوب جملة أنواع مختلفة من القوالب تستعمل لجملة أغراض فى المبانى المتنوعة وهى مسبوكة بالشكل المطلوب بواسطة القُرم المخصوصة لذلك، وتنحصر القوالب فى الأنواع المهمة الآتية :

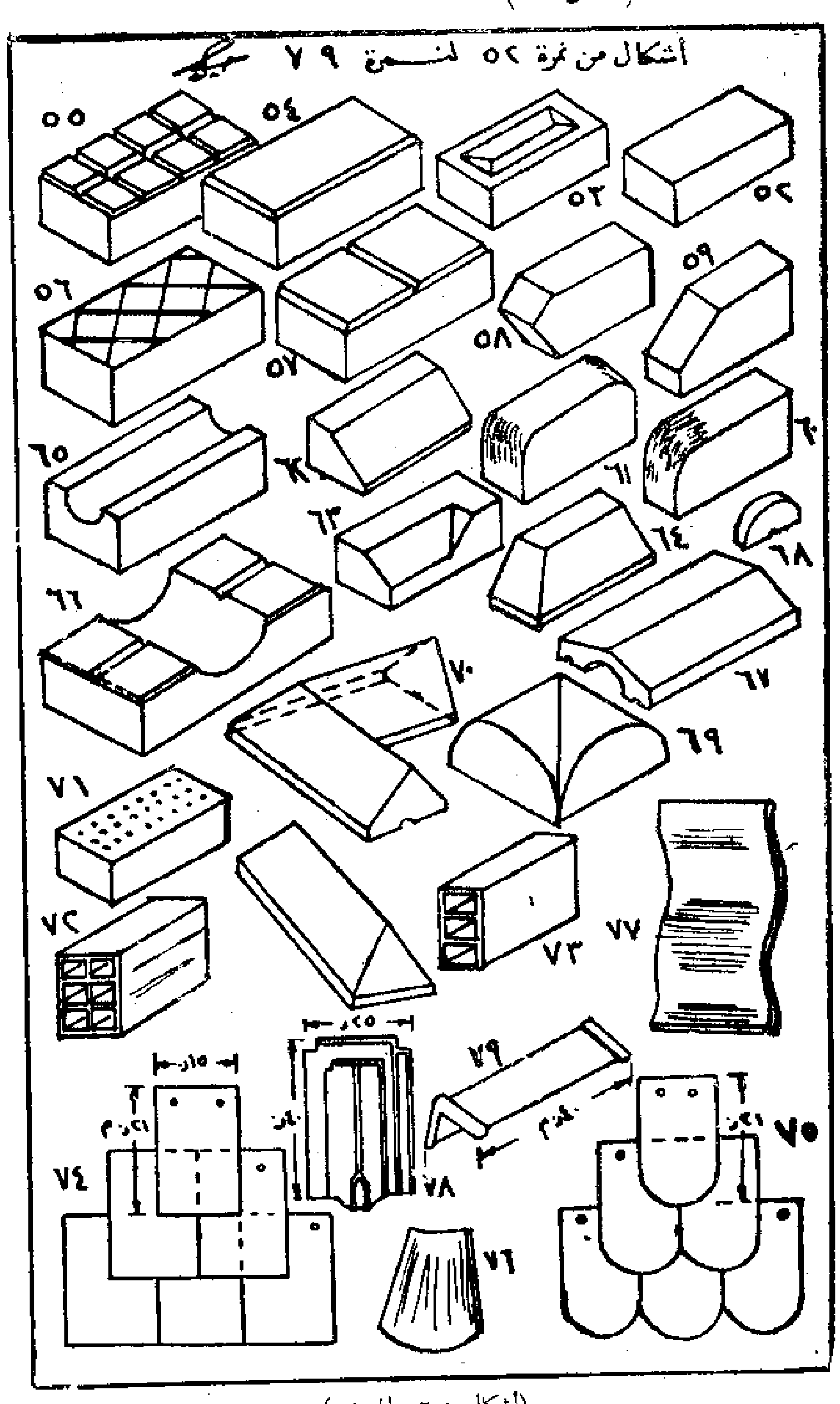
تكون القوالب عادية كما فى (شكل ٥٢) وهى الأكثر استعمالا أو مثل المختومة المبينة (بشكل ٥٣) وهى التى يكون بها ضغط فى وسط أحد أوجهها سواء كان مثلثى الشكل أو مستطيله بعمق صغير . ثم القوالب المشطوفة الحرف (بشكل ٥٤) وهى مستعملة فى تبليط الأرضيات . ثم القوالب المقسمة الى مستطيلات أو مربعات بواسطة حزوز موجودة فى سطحها العلوى ومستعملة بكثرة فى الاسطبلات والمحلات التى تكثر فيها المياه، وهذه التقاسيم إما أن تكون موازية لطرف القالب كما فى (شكل ٥٥) أو مائلة عليه بزاوية ٤٥° كما فى (شكل ٥٦) أو غير ذلك بأى ميل آخر أو تكون مقسومة الى مربعين بواسطة حَزّ فى وسط القالب بالعرض (شكل ٥٧) و يكون قطاع هـذا الحز مثلثا متساوى الساقين رأسه لأسفل .

والقوالب الترويسة التى توضع فى رأس الحيطان التى على زوايا حادة أو منفرجة كما فى (شكل ٥٨) ثم القوالب المشطوفة التى توضع فى بنـاء أخاذ فتحات الأبواب والشـبابيك ذات البروز والمحاكية (شكل ٥٩) .

والقوالب التى توضع فى رأس الحيطان على زواية قائمة وتسمى الترويسـة، فقط تكون سوكتها الظاهرة ملفوفة كما فى (شكل ٦٠) وهى الملفوفة المفرد أو المجوز مثل المبينة (بشكل ٦١) .

ثم القوالب المشطوفة شناويا المستعملة فى جاسات الشبابيك أو فى القصص المائلة أو فى رِجل العقد (شكل ٦٢) وأحيانا تكون قوالب لمبدأ شطف مثل ما فى (شكل ٦٣) وقوالب مشطوفة من الأمام ومن الجانبين ومسبوكة خصيصا لتكون كقواعد لبروزات داخلية فى المبانى (شكل ٦٤) .

ثم قوالب معدّة لتصريف مياه الأمطار أو الغسيل وتُستخدم كقنوات أو مجارى وتكون سادة (شكل ٦٥) أو تكون مقسمة لمربعات لسهولة انزلاق مياه الغسيل عليها ولتتحمل الطرق عليها مثل المستعملة فى الاسطبلات (شكل ٦٦) .

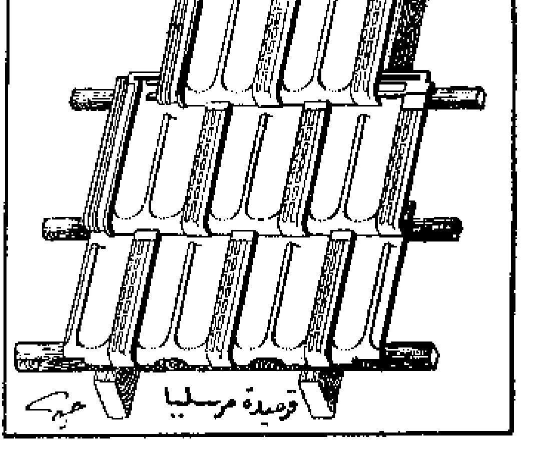


(أشكال من ٥٢ الى ٧٩)

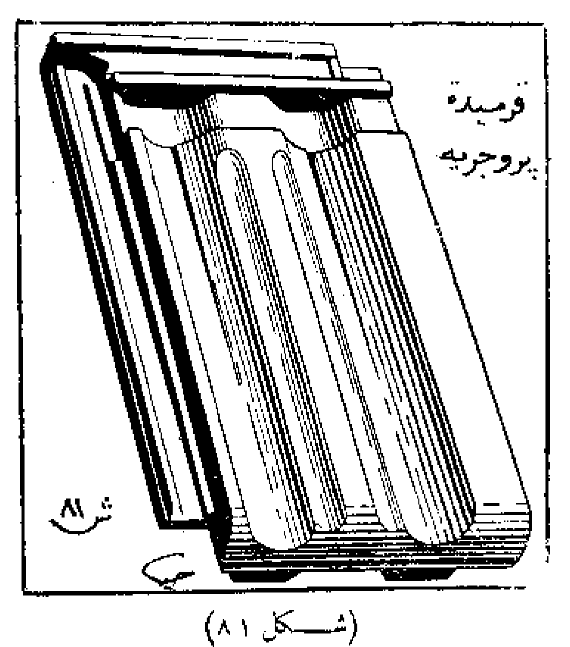
وتصنع قلنسوات لتغطية حوائط الأسوار وذلك لحفظها من مياه الأمطار وتجبرها على الانزلاق من عليها كما فى (شكل ٦٧) وأحيانا يصنع مدماك على سيفه من قوالب الطوب النصف دائرة المبين (بشكل ٦٨) لتخدم للغرض نفســه وعند زاوية الحائط توضع القلنسوة المسبوكة كما فى (شكل ٦٩) أو المبينة (بشكل ٧٠) وهــذه القلنسوة مائلة من الجهتين (مسنمة) . ثم القوالب المخرمة التى الغرض منها التهوية أو التخفيف كما (بشكل ٧١) والقوالب المجوفة (بشكل٧٢ و٧٣) و يصنع الطوب المجوف بطريقة السبك والضغط على فُرم مخصوصة و يستعمل فى المحال التى يراد فيها خفة المبانى وفى إنشاء الأبراج والأدوار العلوية الخ .

القرميـــــــــد

وتصنع فى مصانع الطوب القراميـد المختلفة وهى عبارة عن ألواح من الفخار تعمل على أشكال مختلفة وتستعمل فى تغطية الحيطان المائلة والجملونات فمنها السادة المستطيل كما فى (شكل ٧٤) والمحلى بأطرافه بواسطة أقواس مختلفة الشكل حسب الذوق كالمبين (بشكل ٧٥) ومنه الملفوف والمخروطى (شـكل ٧٦) والمموّج (شـكل ٧٧) المستعمل غالبا فى تغطية المظلات . و (شكل ٧٨) يبين قرميدة مستطيلة سادة ذات مقاس كبير وقد عملت بها قنوات صغيرة وذلك لسهولة انزلاق مياه الأمطار من عليها وكذلك كسوة الشرفة فى الجملونات (شكل ٧٩) . و يوجد عدا ذلك نوع آخر من القرميد مقاسه ١٥ ½ × ٨ بوصات يكون فيه الجزء الظاهر من القرميدة بطولها يساوى ١٢ ½ بوصات أى تكون الباصة بقدر ٣ بوصات (والباصة هى الركوب) ويكون ركوب القرميدة على الأخرى بواسطة التفريز العادى والرصّة الثانيــة توضع بحيث أن يكون محور القرميــدة منها على ركوب القرميدتين فى الرصة الأولى كما فى (شكل ٧٤) للقرميد السادة و يحتاج الى ١٦٠ قرميدة لكل ١٠٠ قدم مسطع . ووزن كل ٥٠٠ قرميدة طن واحد . وتوجد أيضا أنصاف قراميد لأجل النهايات والأركان .



(شـــكل ٨٠)



(شـــكل ٨١)

و (الشكل ٨٠) يبين نوع قرميدة من الطراز الحديث المستعمل بكثرة فى المبانى الحديثة والجدول الآتى يبين لنا المقاسات المختلفة للقرميد :

نوع القرميدة	مبينة بشكل	المقاس بالسنتيمتر طول	فى عرض	وزن الألف بالكيلوجرام	عدد ما يكفى لتغطية متر مسطح
سادة مستطيل	٧٤	٢٧	١٥	١٠٠٠	٧٠
سادة ملفوف النهاية... ...	٧٥	٢٧	١٥	١٠٠٠	٧٥
ذو المجارى...	٧٨	٤٥	٢٥	٢٤٥٠	$\frac{1}{2}$١٣

ويبين (الشكل ٨١) نوعا آخر من أنواع القرميد يباع تحت اسم پروجريه (Progres) لشركة انجليزية ، ومقاساته هى $\frac{1}{2}$١٦ × $\frac{1}{8}$٩ بوصة ومقدار المساحة التى تغطيها قرميدة واحدة بعد التركيب وهى $\frac{1}{2}$١٣ × ٨ بوصة ووزن الألف منها طنان و١٨ هندردويتا ، وهى مصنوعة من الطين المحمر ومحروقة لدرجة حرارة ٢٠٠٠° ف ويمكن استعمالها فى تغطية سُقُف الجملونات من ابتداء ذات الانحدار ٢٦°

أنواع مختلفـة للطوب المجوف

وعدا ما ذكر من أنواع الطوب المُسْمَط والمجوف فتستعمل الآن فى الانشاءات الحديثة أنواع عديدة من الطوب المجوف المستعمل للتسقيف .

وتستعمل أنواع كثيرة فى انشاءات السقوف لتغنى عن السقوف المصنوعة من الخشب أو من كمر الحديد والعقود وذلك نظرا للخفة المطلوبة وهى تقاوم كثيرا ، (فالشكل ٨٢) موضح به قطاع لتركيب سقف من الطوب المجوف ومبين به الكمر الصُّلب والمسافة بين كل كمرتين متواليتين لحمل السقف هى ٨٠ سنتيا ، وينتخب الكمر حسب تحمله وتتكون هيئة الطوب من المفتاح فى الوسط والمبين منظوره (بشكل ٨٣) ومن المخدّتين «وسادتين» على كلتى جانبيه ، ومبين (بشكل ٨٤) منظور أحد المخدات ، وبواسطة لصق طبقة المونة بين القِطَع المذكورة يتكون السقف الخفيف المتين المطلوب .

(أشكال من ٨٢ الى ٨٩)

وتوضع أعلى هذا التركيب ترصيصة خفيفة من جلخ الكوك الممزوج بمونة سمنتية وتُركّب أعلاها أرضية الدور المطلوبة .

وعرض القالب المبين بالرسم هنا هو ٢١,٥ سنتيا وسمك المونة ٧,٥ ملليمترات ويحتاج المتر المسطح من السقف ١٦ قالبا من النوع المذكور .

فاذا كان السمك ١٢ سنتيا فيزن الألف قالب ٤٠٠٠ كيلوجرام

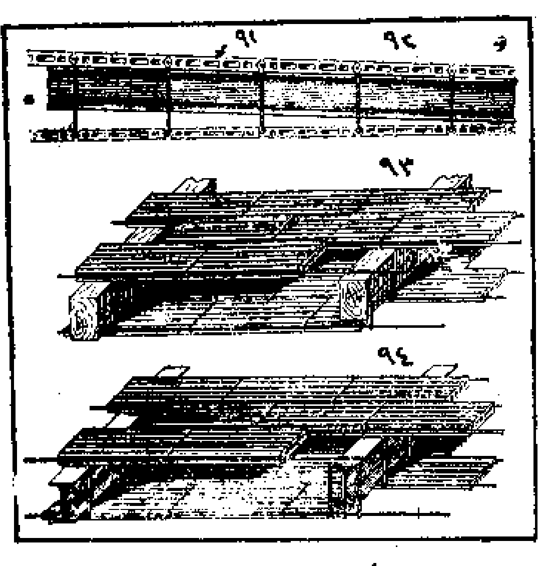
واذا « « ١٦ « « « « ٤٤٠٠ «

« « « ٢١ « « « « ٦٦٠٠ «

و(الشكل ٨٥) موضح به هيئة تركيب نوع آخر من السقف تكون المسافة بين محورى كل كمرتين منه ١,٠٠ مترا وهو مكوّن من المفتاح فى الوسط والوسادتين فى الأجناب وصنجتين على يمين ويسار المفتاح وموضح (بالشكل ٨٦) منظور احدى الصنج المذكورة وعرضها ٢١,٥ سنتيا .

ويوضح (الشكل ٨٧) هيئة تركيب نوع آخر من السقف تكون المسافة بين محورى كل كمرتين منه حسب ما يتطلبه نوع العمل ، وهو مكوّن من مخدّتين فى الأجناب مبين منظور إحداهما (بشكل ٨٨) والمفتاح المتوسط وهو عبارة عن قالب عرضه عرض المخدّة وطوله حسب ما يتطلبه نوع العمل سواء كان ٥٠ أو ٦٠ أو ٧٠ سنتيا ومبين (بشكل ٨٩) وتعمل أصناف أخرى لاستعمالها فى العمل نفسه وهى عبارة عن قوالب من الطوب المجوف قطاعها مثلثى الشكل وقاعدة هذا المثلث هى قاعدة نفس القالب التى تركب على الجزء العلوى لشفّة الكمرة من الجهتين ، والمسافة هنا بين محورى الكمرتين ٤٨ سنتيا وتصنع القوالب المذكورة حسب التوصية عليها فى المصانع بأى طول كان أو تعمل بشكل نصف دائرى .

ويوجد نوع آخر من السقف به المسافة بين محورى كل كمرتين منه قدمان وهو مكوّن من قوالب مجوّفة حسب القطاع المبين وهو بيضاوى ولكنه يوضع بالميل كل ٩ بوصات لكل قدمين وظاهر ذلك بالرسم ، وخلاف ما ذكر يمكن سبك أى نوع من الأنواع التى تكون حسب ذوق الطالب . ويوجد نوع آخر من الطوب المجوف الذى يعمل بسمك ٣ ½ سنتيات أو ٢ ½ وبعرض ٢٥ سنتيا وطول ٤٠ سنتيا وهو كما مبين (بالشكل ٩١) ويصلح لتسقيف جميع أنواع السقوف المسطحة الأفقية أو المائلة سواء كان من الداخل أو من الخارج . (فالشكل ٩٢) يبين استعماله



(أشكال من ٩١ الى ٩٤)

لتغطية سقف مائل من الخارج (أعلى) وأفقى من الداخل (أسفل) وذلك بشدّ سلوك من الحديد قطر ٣ لنيات ووضع الســلك بين التجويفين المصنوعين بطول وعلى جانب كل قالب وملء الفراغ الباقى بمونة السمنت اللبانى .

ويوضّح (شكلا ٩٣ و ٩٤) استعمال القوالب المذكورة فى السقوف الأفقية ، وعلى هــذا النمط يمكن عمل أى سقف كان بأى ميل إذ لا يخشى عليــه مادامت الصناعة مستوفية حقها . ويمكن تكسية داخل الحجر المسقفة بالجملونات وتلقيم أسفل الجملونات من الداخل به وحفظه بعد ذلك بطبقة رقيقة من الطلاء المعروف بالبياض .

ويمكن استعماله أيضا بصفة قواطيع ـ فواصل ـ بين الحجرات وبعضها فيكون على حالتــه المنفردة كما فى (شكل ٩٥) أو يمكن عمله مزدوجا مع ترك مسافة سمك القاطوع المطلوب وعدم حشوه بأى مادة كانت . وليست الاختراعات فى العــالم الصناعى قاصرة على شئ ما بل هى آخذة فى الزيادة والتحسن المضطردتين ، وتسمى هذه القواطيع بالغراطيب .

(شـــكل ٩٥)

القيشانى والزليزلى

تُصنع جملة أنواع مختلفة من أنواع الطوب المزجّج السطح أى ذى السطح اللامع والمسمى بالقيشانى ويستعمل فى المحلات التى تراعى فيها النظافة التامة . ويصنع الزليزلى على شكل بلاط أيضا ويسمى بالبلاط القيشانى ، ويكون بمقاسات مختلفة وألوان متنوعة ، وهو إما أن يكون مستطيلا أو مربعا سادة أو مشطوف الأحرف حسب المطلوب ويستعمل بكثرة فى دورات الميــاه للحصول على النظافة التامة مثــل الحمامات ومحلات الغسيل والمراحيض ويمكن الحصول على هــذه الطبقة الزجاجية من غمــر القوالب المــذكورة وهى نصف محروقة فى مادة أملاح مخصوصة (وبواســطة درجة حرارة حرق القوالب ـــ المرتفعة ـــ لتذوب هــذه الأملاح ـــ وأحيانا يستعمل الفلسبار إلا أن المصنوع منه يكون غالى القيمة) ـــ وأما مادة أوكسيد الرصاص باجتماعها مع الطفل فانها تكوّن مادة سريعة الصهر تحدث طبقة زجاجية لامعة .

نقش ترابيع الزليزلى ـــ يقاوم كل من أوكسيد الحديد وأوكسيد الكوبالت تأثير الحرارة المرتفعة ، فمتى مزجت هذه الأكاسيد بطينة الترابيع (الجزء الذى يظهر فيه ألوان النقش) فانها تلوّن

بألوان حمراء أو زرقاء أو خضراء (ومثل ذلك مثل المستعمل فى نقش الأوانى) ويكون هذا قبل الحريق غير أنه يكون صعبا بالنسبة لوجود المسام على أسطح الترابيع فتتأثر الأكاسيد بالحرارة وتسيح فتتغالط مع بعضها ولكن النقش بعد الحريق يكون سهلا لعدم وجود المسام المذكورة وذلك مع قلة الحرارة .

الطوب الأبيض

استعمل الطوب الأبيض فى بعض المبانى الحديثة كمادة للبناء وذلك بالنسبة لمتانته وحسن منظره وانتظام أجزائه ونظافته والمبانى المصنوعة منه لا تغطى أوجه حيطانها بالطلاء بل تترك القوالب ظاهرة مع كل العراميس .

ويتركب على العموم من الرمل المحبب ذى الزوايا المنتظمة النظيف وكربونات الجير التى يستحسن أن تكون أحجارها مستخرجة من شمال محجر الضويقة . والنسب المستعملة فى الخلط كثيرة منها أن تكون نسبة الرمل الى الجير كنسبة ١ إلى ٣ وذلك حسب ما يتراءى للفاوريقات وحسب ماينتجه الاختبار الذى يعمل على عينة من النسبة المنتخبة .

يؤتى بالحجارة الجيرية من المحاجر ثم تطحن بعد حرقها ويخلط عليها الرمل الجاف وتخلط على الناشف وفى أثناء الخلط يبتدأ بطفى الجير ثم تسبك على هيئة قوالب بواسطة الماكينات بطريقة الكبس . ثم تنقل بواسطة العربات الى اسطوانات عظيمة من الصلب يمرّ داخلها البخار المضغوط لمدّة عشرة ساعات ويكون ضغط البخار تحت ضغط ٨ جو، والغرض من هذه العملية طفى الجير تماما وحصول تكوين سليكات الجير التى تكون مشتملة على حبوب من الرمل يحيط كل حبة منها كمية من الجير .

والطوب الأبيض[1] كثيف كثير المقاومة وأبعاد قوالبه هى ٢٥ × ١٢ × ٦ سنتيمترات ووزن القالب الواحد ٢,٥ كيلوجراما ويكون وزن الألف قالب هو ٢٥٠٠ كيلوجراما، ويحتوى المتر المكعب على ٥٥٠ قالبا من هذا النوع .

---

(١) راجع صفحة ١١٢

الباب الثامن

الطين الحرارى والطوب الحرارى

الطين الحرارى أو الطين النارى هو الطين الذى يمكنه أن يتحمل قوة نار شديدة بدون أن يتأثر فى مادته أو يتغير شكله ويستعمل فى المبانى فى بناء المواقد والمدافئ والأفران أو فى تبطين هذه الأشياء . كذلك يعمل منه الطوب النارى المستعمل فى ما سبق ، أو تعمل منه مواسير صرف المجارى أو مواسير تصريف الدخنة ، وهو دهنى الملمس ، ويسمى هذا النوع فى بلادنا بالطين الاسوانلى نسبة لمحل وجوده .

ويتركب الطين المذكور من سليكات الألومينا الايدراتية النقية ولا يوجد مختلطا بالجير أو المغنيسيا بل معظم جزيئاته من المادة الصلبة مثل السليس (س أ ٢) وأما نسبة الألومينا فيه فصغيرة لأنها لو زادت لأعطت للطين قابلية الانصهار ، ويكون متوسط مقدار المركبات للطين الحرارى هو كما يأتى :

من	٥٩	الى	٩٦	فى المائة	سليكا "سليس" .
«	٢	«	٣٦	«	آلومينا .
«	٢	«	٥	«	أوكسيد حديد .

ومما يزيد فى قابلية اشتعال هذا النوع من الطين وعدم مقاومته للحرارة وجود أوكسيد الحديد بكمية كبيرة مع وجود المواد القلوية مثل المذكورتين سابقا (الجير والمغنيسيا) وكذلك البوتاس والصودا ، ثم أن وجود هذه المواد القلوية بنسبة ضئيلة جدا يساعد على تماسك جزيئات الطين .

واذا وجد أن بالطين الحرارى كمية كبيرة من الحديد فيلزم إضافة الرمل " السليس " عليه حتى يقاوم التشقق ، وفى الصناعة يضاف على الطين الذى من هذه الفصيلة طين عادى سبق حرقه لأن الرمل الكثير يتلف الطين الحرارى ويقلل من مقاومته لفعل النار .

وقد ذكر الأستاذ بيرسى (Percy) مركبات بعض أنواع هذه الطينات ، فى كتابه على التعدين ، وسنبين مقارنة بين طينتى جلاسجو ونيوكاسل ببريتانيا فى الجدول الآتى نقلا عنه حيث ليس لدينا مايثبت مركبات طينة بلادنا :

المدينــة	س ا٢ سليكا	أل٢ ا٣ آلومينا	بو ا بوتاس	ص ا صودا	كا ا جير	مغ ا مغنيسيا	ح ا حديد	ح٢ ا٣ حديد	يد٢ ا ماء
جلاسجو	٦٦,١٦	٢٢,٥٤	—	—	١,٤٢	أثر	٥,٣١	—	٣,١٤
نيوكاسل	٥٥,٥٠	٢٧,٧٥	٢,١٩	٠,٤٤	٠,٦٧	٠,٧٥	—	٢,٠١	١٠,٥٣

ويُصنع الطوب الحجرى من هـذه الطينة التى توجد جافة فى الطبيعـة بعد عجنها وكبسها مثل قوالب الطوب العادية ثم تجفيفها وحرقها فى الأفران لدرجة حرارة ليست أقل من ٢٥٠٠° ف لمدّة نحو أسبوعين . ويتحمل الطوب الناتج درجة حرارة من ٤٠٠٠° الى ٥٠٠٠° ف .

الفُخّار والخـــــزف

تُصنع المواسـير المستعملة فى تصريف متخلفات المجارى من الفخار وكذلك تصنع بعض مواد بنائية أخرى ، ويتنوع الفخار حسب التقسيم الآتى :

(١) فخار من الطينة العادية وغير مزجج أو مزجج .

(٢) فخار من الطينة النارية .

(٣) فخار من الطينة الحجرية .

(٤) خزف التيرا كوتا .

وتصنع المواد البنائيـة من طينة النوع الأول وهى من نفس طينة قوالب الطوب والقراميـد ، وأما الطينة الثانيـة فقد سبق وتكلمنا عنها ، ويجب تزجيج سـطوح المصنوعات المشغولة من هاتين الطينتين لتقاوم التأثيرات والتفتت والتآ كل سواء من تأثير الجوّ أو عوامل أخرى .

أما الفخار الحجرى فتصنع مشغولاته من طينة تتركب من السليس والآلومين (سليكا ، آلومينا) بنسبه ٧٦ للأول و ٢٤ للثانى مع مقـدار ضئيل جدا من الحديد والكالسيوم . وعادة يخلط مع هذه الطينة عند تحضـيرها مقدار من الرمل أو الفخار الحجرى المطحون (الذى سـبق حرقه) وذلك لمنع التقاص والتفلق أثناء تحميصها بالحريق . وتحرق مشغولات هـذا النوع من الفخار فى أفران مقبية للمساعدة فى تزجيج سطوحها .

وتتزجج سـطوح مشغولات الفخار من أبخرة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) التى تتطاير منه عنـد إلقائه فى الفرن حال احتراق هذه المشغولات وتتحد هذه الأبخرة (المتكاثفة) بكل جزيئاتها مع

الطينة (سليكات الألومين) فيتحد عنصر الصوديوم بسليس الطينة و يكوّن سليكات الصودا التى تعود فتتحد فى الحال مع سليكات الألومين فتكوّن الطبقة الزجاجيــة ، أما غاز الكلور فيصعد مع دخنــة الفرن . وتترك هــذه المشغولات بالأفران لمدّة تتفاوت من ٢٤ الى ٧٢ ساعة و يكون ذلك حسب اتساع الفرن وتبعا لمقــدار ما بها ، ولا تستخرج المشغولات من الأفران إلا بعــد أن تترك الأفران لتبرد تدريجيا .

وأ كثر ما يصنع من الفخار هى المواسير المستعملة فى حمــل متخلفات دورات المياه وهى المكسوّة بالطبقة الزجاجيــة الفلمية « الرقيقة » بالطريقة التى أشرنا اليها وتصنع بأطوال مختلفة فتكون أحيانا بطول ٢ قدما أو ٢$\frac{1}{2}$ قدما أو ٣ أقدام . و بمــا أن استقامة المــاسورة لا بدّ وأن تتأثر من بعد كبس الطينة حتى جفافها وحرقها فيمكن أن يحسب فرق مسموح لاستقامة المــاسورة و يكون باعتبار $\frac{3}{16}$ من البوصة للطول الأوّل و $\frac{1}{4}$ و $\frac{5}{16}$ من البوصة للطولين الثانى والثالث . كذلك يحسب فرق مسموح فى قياس استدارة المــاسورة . و يعتبر هذا الفرق بقدر $\frac{1}{8}$ بوصة للمــاسورة ذات القطر الداخلى ٣ أو ٤ بوصة ، أو يكون $\frac{3}{16}$ من البوصة لذات القطر من ٥ الى ٧ بوصة أو $\frac{1}{4}$ بوصة للماسورة التى قطرها ٨ أو ٩ بوصة ، و يتغير تبعا لهذه النســبة حتى يكون بوصة للماسورة التى قطرها من ٣٠ الى ٣٦ بوصة .

وللماسورة طرف متنه يشبه قلاووز عمق خُشخانه $\frac{1}{16}$ من البوصة وبطول يختلف من ٣ بوصة للماسورة ذات القطر ٣ بوصة حتى ٥$\frac{1}{4}$ بوصة للتى قطرها ٣٦ بوصــة . ويكون عادة مرة ونصف طول شفة التبييت مقاسة من الداخل ، وشفة التبييت هذه هى الطرف الثانى للماسورة وتكون ذات سلبة نحو الخارج (من قطرها الداخلى) بقدر $\frac{1}{32}$ وتعمل أوسع من القطر الخارجى للماسورة بمقــدار يختلف بين $\frac{5}{16}$ من البوصة للماسورة الصغيرة و بين ١ بوصة للماسورة الكبيرة ، أما طول «عمق» الشفة المذكورة فمتغير من ٢ الى ٣$\frac{1}{2}$ بوصات . والجدول الآتى منقول عن المواصفات البريتانيــة و يعطى المقادير التى أشرنا اليها وهى بالبوصة وأجزائها :

القطر الداخلى للماسورة	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١٢	١٣	١٤	١٥	١٨	٢١	٢٤	٢٧	٣٠	٣٦
سمك المــاسورة	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	١	١$\frac{1}{16}$	١$\frac{3}{16}$	١$\frac{1}{4}$	١$\frac{1}{2}$	١$\frac{5}{8}$	١$\frac{3}{4}$	١$\frac{7}{8}$	٢	٢$\frac{1}{2}$
سمك شــفة التبييت ...	مثــل سمـــك المــاســورة																	
طول شــفة التبييت ...	٢	٢	٢$\frac{1}{4}$	٢$\frac{1}{4}$	٢$\frac{1}{4}$	٢$\frac{1}{2}$	٢$\frac{1}{2}$	٢$\frac{3}{4}$	٢$\frac{3}{4}$	٣	٣	٣	٣	٣$\frac{1}{4}$	٣$\frac{1}{2}$	٣$\frac{1}{2}$	٣$\frac{1}{2}$	٣$\frac{1}{2}$
فراغ بعد تبييت ماسورتين	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	١

وتصنع من الفخار عدّة أشياء عدا المواسير وذلك مثل البالوعات ذات السيفون بأنواعها المختلفة وأحواض الغسيل المطلية بالصينى الأصفر أو الأبيض وكراسى المراحيض الأوروبية وسلاطين المراحيض الشرقية وسلابسات وأحواض استحمام مطلية بالصينى .

وتوجد طريقة لتكوين الطبقة الزجاجية تُعرف بطريقة الرصاص وهى بغمس المشغولات فى حوض به سائل من مسحوق مخلوط أوكسيد الرصاص أو البورق مع الرمل ورماد الحشيش (العشب) المائى ، فعند الغمس تتحد جزيئات هذه المواد وتلتصق بسطح المشغولات المغموسة التى بعد ذلك تُرفع وتعاد عليها عملية الحريق بدرجة حرارة مرتفعة فتنصهر هذه المواد وتكوّن السطح الزجاجى . والطريقة الأخرى هى عمل سائل مذاب فيه مسحوق الزجاج الأبيض ويكون لون الطبقة اللامعة فى هذه الحالة أبيضا .

التيراكوتا — وهى عبارة عن الخزف المصنوع من طينة كثير سليسها قليل طفلها تحتوى على أوكسيد حديد ومواد عضوية مع جزء قليل من المواد القلوية وكلوروراتها مع كمية ضئيلة من الجير[1] . ولو أن أوكسيد الحديد يعطى الطينة بعد حرقها لونا أحمرا غير أن لدرجة حرارة حرق مشغولات التيراكوتا يد فى إعطاء اللون .

وتحضَّر المشغولات بوساطة كبس عجينة طينة التيراكوتا فى فُرم مخصوصة حسب الأشكال المطلوبة . وتحضر العجينة بكل اعتناء فبعد أن تستحضر طينة جافة تنق وتطحن وتنخل[2] ثم تمزج بالماء وتصفى وتعجن ثم تكبس داخل قوالب من المصيص مصبنة من داخلها بصابون طرى شحمى ثم بعد جفافها تفك من القوالب وتجفف ثم تحرق فى الفرن وتترك لتبرد تدريجيا .

---

(١) ذكر الأستاذ شارلز ميتشيل (Prof. C. Mitchell) فى كتابه أن مركبات التيراكوتا هى كالآتى :

سليس	٧٥٫٢
آلومين	١٠٫٠
أوكسيد حديد	٣٫٤
أوكسيد كلسيوم	١٫٢
أوكسيد مغنسيوم	أثر
مواد قلوية وكلورات	٠٫٥
ماء	٥٫٩
مواد عضوية	٧٫٧

(٢) وأحيانا يضاف اليها الزجاج المطحون أو الرمل أو كسارة الصينى المسحوقة وذلك لمنع حصول التقلص والتشقق .

وتصنع من التيراكوتا مشغولات تستعمل بدل الحجارة النحت والحجارة الصناعية حينما يطلب منها المنظر مع خفة الوزن، وإذا عملت منها مسبوكات كبيرة الحجم فتعمل جوفاء مرتبطة جدرانها بعضها بالبعض من الداخل،وفى الحالة التى لا نحتاج فيها للوزن الخفيف فنملأ قلب هذه المسبوكات بخرسانة من كسر التيراكوتا ومونة السّمنت .

الحجـارة الصـــــناعية

الحجارة الصناعية عبارة عن كل تصنع بالآلات وذلك للحصول على قوالب منتظمة الشكل ومتينة ومشكّلة بالأشكال المتنوعة المطلوبة وتعمل من ثلاثة أنواع :

(١) الخرسانة العادية المتركبة من كسارة الحجارة أو الزلط والمادة اللاحمة كالجير والسمنت وغيره .

(٢) الحجارة الصناعية التى تتركب من ثلاثة أجزاء كسارة الحجارة الصلبة مع جزء واحد من مونة السّمنت . وذلك بعد أن تكسر الحجارة المذكورة وتُخلط بالسمنت على الناشف ثم تخلط أيضا باضافة المياه عليها وتسبك فى فُرم — قوالب سبك — من الخشب مبطنة بالمعدن وتضغط ثم تستخرج وتوضع فى أحواض مخصوصة تسمى أحواض سليكات الصودا وتترك لمدّة أسبوعين ثم تستخرج وتخزن .

ولتحويل السليكات العادية الى سليكات صودا تكسر الأحجار السليسية وتوضع فى قزان يمرّ فيه البخار ثم تضاف على ذلك الصودا الكاوية . والحجارة المصنوعة بهذه الطريقة صلبة وخفيفة ولا تمتص كثيرا من المـاء وتنسحق تحت تأثير ٥٥٠ طنا على القدم المربع، ويعمل منها درج سلالم وجلسات للشبابيك وقلنسوات .

(٣) الحجارة الصناعية التى تصنع من سليس مع أجزاء طفيفة من جير الطباشير بنسبة ٩٢٪ سليس و ٨٪ جير وتخلط على النـاشف مع بعضها ثم تسبك فى قوالب معدنية — ذات مسام — بطريقـة الكبس ويمكن فك أجزاء القوالب المذكورة — الأرانيك أو الفرم — وربطها بواسطة مشابك معدنية مخصوصة — ثم توضع هذه القوالب داخل قزانات ويمرّر عليها المـاء الساخن فينطفئ الجير دفعة واحدة ثم يمرّر عليهـا بعد ذلك البخار المضـغوط فينطفئ الجير تمـاما وتتكوّن فى الحال سليكات جيرية متينة جدا .

وتُصنع الأرانيك بأى نوع مطلوب مثل الكرانيش بأنواعها ودرج السلالم بكافة أجناسه وجلسات للشبابيك وأنواع الحجارة المنحوتة والمكرنشة والمزخرفة .

ويوضح (الشكل٩٦) رسم ماكينة لأجل سبك هذه العينات . والحجارة الصناعية المذكورة تقبل الصقل كأحسن نوع من الحجارة الطبيعية، وتقبل الحفر والزخرفة ، ويزن القدم المكعب منها ١٢٠ رطلا انجليزيا ، ولا تفور بالحوامض وتعيش فى الهواء جيدا وكذلك فى الماء، وتستعمل فى كافة أنواع المبانى وتُعمل منها للوانئ حجارة صناعية على هيئة كتل عظيمة وتكون أحيانا مسلّحة بالحديد وأحيانا تكون غير مسلحة . وبعض الحجارة الصناعية تكون مجوفة من الداخل كى تصير خفيفة فى البناء من جهة ونظرا للوفر من جهة أخرى وحفظها بالمتانة المتناهية .

(شــكل ٩٦)



(شــكل ٩٧)

ويوضح (الشكل ٩٧) صورة شمسية لآلة سبك الحجارة الصناعية[1] تحتاج لرجل واحد ومساعدين "غلامين" وتبين كيفية ملء الفورمة وتعطى الآلة ضغطا قدره ٤٠ طنا وذات ثلاثة جيوب للسبك فبينما يملأ أحدها يكون سابقه قد انضغط تحت تأثير المكبس ويكون السابق لهذا الأخير معدّ للتفريغ. وللجيب وجه خارجى مفصلى وجانبان مفصليان أيضا لسهولة إخراج القوالب المسبوكة، وهذه الجيوب مصنوعة بحيث يمكن سبك ١٢ قالبا من مقاس ١٨ × ٩ × ٩ بوصات.

ويمكن مع تغيير القُرم الخشبية — التى تُعمل لكل غرض وحسب أى رسم — صبّ قوالب ذات أشكال وحجوم مختلفة مثل القوالب والوسائد وقطع العراطيب وحجارة النواصى والرفارف والشمبرانات وغُرابة التكنة فى أى طراز معمارى، وجلسات للشبابيك وحليات البروزات السفلى والوسطى، كذلك أنواع البلاطات المختلفة والقرميد المسطّح والعريجة والمموّج.

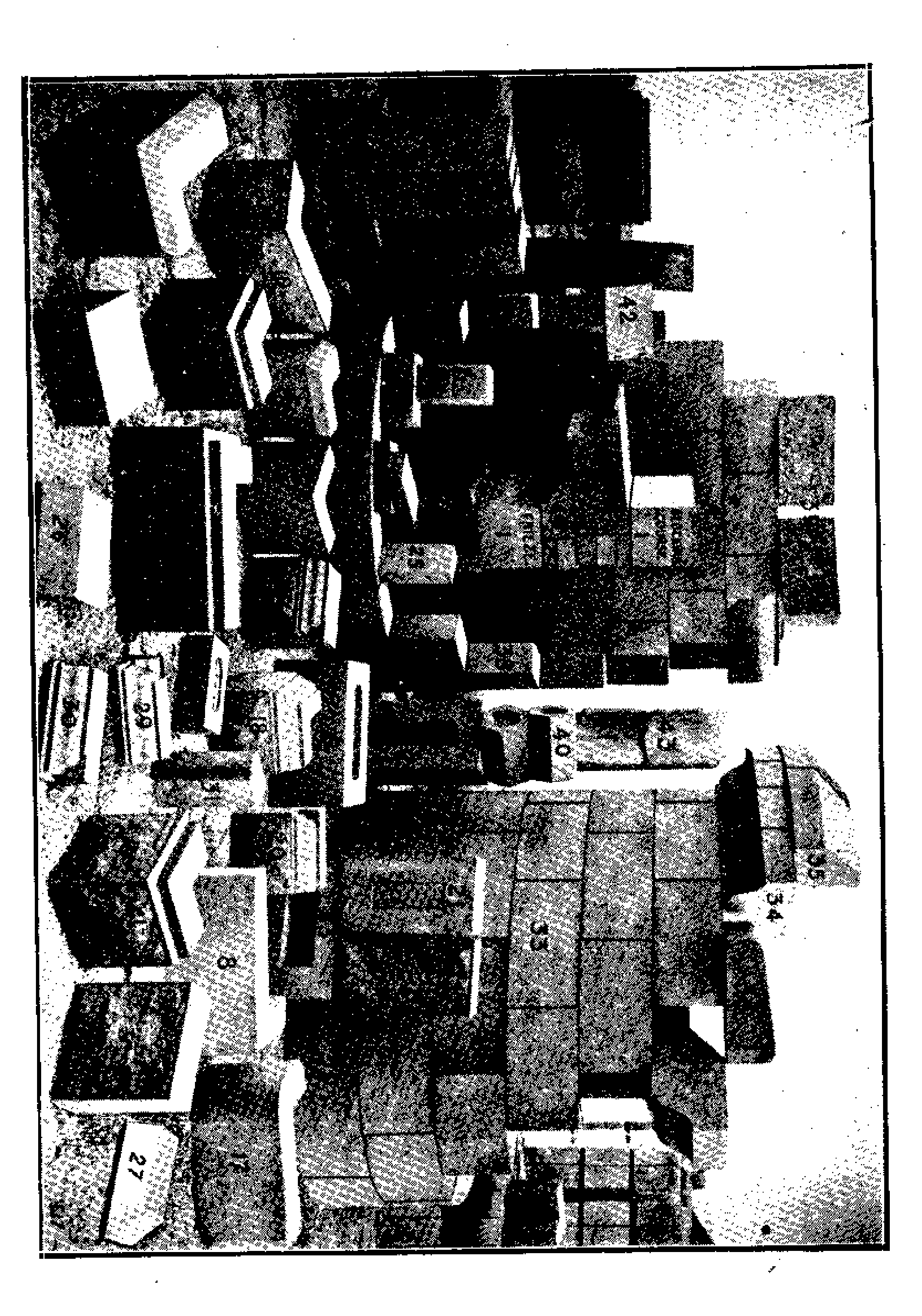
وتُسبك هذه القِطع المختلفة من مواد متعددة مثل كسارة الجرانيت "الشّطف" أو جالخ الكوك أو الرمل الخِرش مع السِّمنت ويحسن أن تكون نسبة السِّمنت الى الرمل: ١ : ٥ اذا كانت المسبوكات ستستعمل فى مواضع فى المبنى لا تكون عرضة لرطوبة الجو أو الأرض وإلا فتزاد كمية السمنت وينسم عليها بالماء بعد رميها فى الفورمة، أما الحجارة المطلوبة للبناء فتكون خلطتها مبللة بحيث اذا ضغطت كمية قليلة منها باليدين فلا تعطى علامة خروج الماء منها، واذا كانت الخلطة لبلاطات رصف أو قراميد فتكون مبللة بحيث يظهر الماء على وجهها عند الكبس عليها.

ويبين (الشكل ٩٨) صورة شمسية لبعض الحجارة الصناعية الممكن سبكها بمثل هذه الآلة برجل واحد ومساعدين اثنين وهى من صنع شركة رانسوم (Ransome Co. Photo.). والجدول الآتى يفسر لنا هذه المسبوكات[2] بحجومها مع المقدار الممكن سبكه فى الساعة الواحدة :

---

(١) صنع شركة رانسوم Ransome Moulding Press, Ransome Machinery Co. Ltd, Windsor House, 46, Victoria Str. London, S. W. I.

(٢) الأرقام الظاهرة بالصورة هى العربية وموجودة مقابلاتها بالهندية فى الجدول.



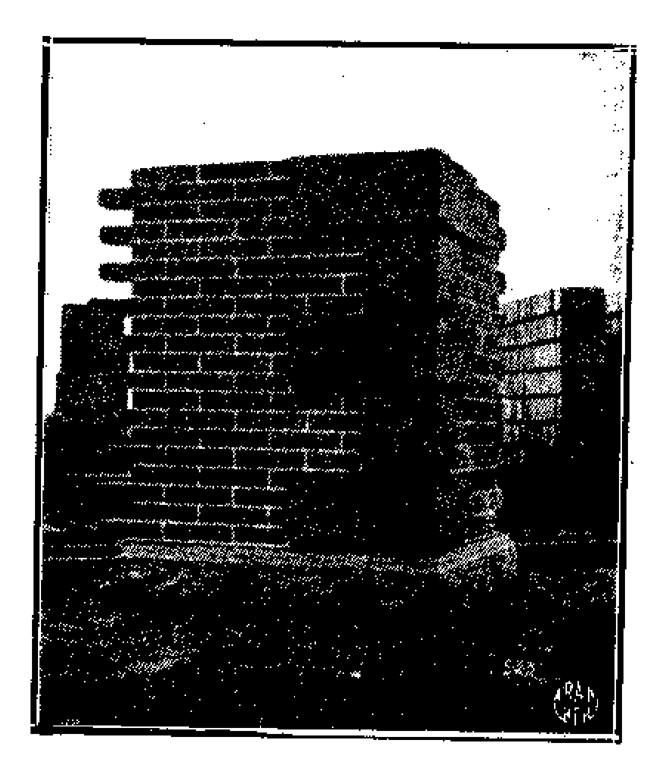
(شكل ٩٨)

جدول مسبوكات آلة رانسوم

رقم الصورة	المقـاس بالبوصـــة	القـالب المســـبوك	عدد القوالب التى تعملهـا الفورمة	أقصى مايمكن سبكه فى الساعة
١	١٨ × ٩ × ٩	قالب كبير بناوى ذو تعميق	١	١٠٠
٢	»	» » أجوف	١	٨٥
٣	١٨ × ٩ × ٤½	» » سادة	٢	١٧٠
٤	»	» » مخرفش الوجه	١	٨٥
٥	٩ × ٩ × ٤½	» » »	٢	١٥٠
٦	»	» » بوجه سادة	٤	٣٠٠
٧	١٨ × ٩ × ٣	قطعة للعرطوبة...	٣	٢٢٥
٨	١٨ × ٩ × ٩ × ٤½	ترويسه سادة	١	٧٥
٩	٩ × ٩ × ٩ × ٤½	» »	٢	١٤٠
١٠	١٨ × ٩ × ٩ × ٤½	» بوجه مخرفش	١	٧٥
١١	٩ × ٩ × ٩ × ٤½	» » » وتبويصة	٢	١٢٠
١٢	»	» » مبشرد »	٢	١٢٠
١٣	١٨ × ٤½ × ٩ × ٤½	» » » »	١	٦٠
١٤	١٨ × ٩ × ٩ × ٤½	» » سادة »	١	٧٢
١٥	»	» » » وبقجة	١	٤٠
١٦	٩ × ٩ × ٩ × ٤½	» » » »	٢	٧٠
١٧	١٨ × ٩ × ٩ × ٤½	» ملفوفة »	١	٧٢
١٨	٩ × ٩ × ٩ × ٤½	زاوية مكرنشة بالقدمة بوجه مخرفش ...	٢	١٢٠
١٩	٩ × ٩ × ٧	قطعة قدمة كعب للبر الخ	٢	١٠٠
٢٠	٩ × ٩ × ٥¼	» » » » »	٢	١٠٠
٢١	١٨ × ٩ × ٤½	قالب مخرم للتهوية سادة	١	٢٠
٢٢	»	» » بوجه مخرفش	١	٢٠
٢٣	(الشكل من الخلف)	» » » » »	—	—

(تابع) جدول مسبوكات آلة رانسوم

رقم الصورة	المقاس بالبوصة	القالب المسبوك	عدد القوالب التي تعملها الفورمة	أقصى ما يمكن سبكه في الساعة
٢٤	٩ × ٤½ × ٢	قالب خرساني للبناء	١٦	٤٨٠
٢٥	٩ × ٤½ × ٢¾	« «	١٢	٤٣٢
٢٦	٩ × ٦¾ × ٢¾	قدمة مشطوفة	٦	٢١٦
٢٧	٩ × ٩ × ٢¾	« « زاوية...	٦	١٢٠
٢٨	٩ × ٤½ × ٢¾	قالب بضغط في الوجه	٤	٣٢٠
٢٩	«	قدمة بزاوية مزدوجة	٦	١٢٠
٣٠	«	قدمة نهاية بجوار فتحة	٦	١٢٠
٣١	«	قالب بتبويصة...	٦	١٨٠
٣٢	٩ × ٤½ × ٣	قالب أرضية	٤	٢٤٠
٣٣	١٨ × ٩ × ٩	قالب دوران	١	٨٠
٣٤	١٨ × ٩ × ٩	رفرف دوران (لبغال الكباري)	١	٦٥
٣٥	«	قالب دوران مشطوف فوق الرفرف ...	١	٧٠
٣٦	١٨ × ٩ × ٨	طبان منحدر بقناة الصرف	١	٧٠
٣٧	١٨ × ٩ × ٩	قالب محلى للبروزات	١	٨٤
٣٨	١٨ × ٩ × ٤½	قالب دوران رفيع	١	٨٤
٣٩	«	قالب بوجه مزنبر	١	٤٠
٤٠	٩ × ٦	قالب مسدس للحيطان الساندة	٣	١٨٠
٤١	١٠½ × ٦½ × ½	قراميد ملون مثقوبة للتسمير...	١	٣٠
٤٢	(الشكل من الخلف)	« « « «	—	—
٤٣	١٣½ × ٩¼	« « « دوران	١	٣٠
٤٤	(الشكل من الخلف)	« « « «	—	—
٤٥	—	الجزء العلوي من رفرف في تكنة حتى الكشفة	—	—
٤٦	—	الجزء السفلي من الرفرف (بروز الرفرف ١٤½")	—	—
٤٧	—	غرابة في تكنة طراز ما ارتفاعها ٣٩" ...	—	—



(شــكل ٩٩)



(شــكل ١٠٠)

ومبين (بالشكل ٩٩) ناصـية حائط مبنية بقطع من الحجارة الصناعية فى الترويسـة مع تعشيقها فى حائط مبنى بقوالب الطوب ويلاحظ شكل المداميـك الحجارى المبنيـة مطوّل ومقصّر مع تركيب سِفل للبناء محلى بنهايته العليا ذو وجه حجارى غشيم "مخرفش"

أما (الشكل ١٠٠) فيعطى منظر تركيب القِطع المختلفة فى أجزاء تكنة طراز معمارى بالروح الإيتالية المنقحة فى عصر النهضة "رينسانس" .

مســحوق پدلــو

أحسن أنواع المون المـائية هو ما كان من مونة السِّمنت والرمل مع قليل من مسحوق أخترع خصيصا لتقوية المونة المـائية بحيث لا تسمح بامتصاص المـاء أو أن تتأثر منه من رطوبته ويسمى هذا المسحوق بمسحوق پدلو[1] المحضّر بمعرفة شركة "كيرنر — جرينوود" .

استعمال البدلو — يخلط قليـل جدا من مسحوق البـدلو على المونة المـائية المركبة من السِّمنت والرمل (بنسبة ١ : ٣) ويكون هذا المسحوق بقدر ٢٪ لكل طن سِمنت (أى لكل

(١) Pudlo Brand Cement Waterproofing Powder, Kerner — Greenwood and Co. Limited, King's Lynn.

شركة كيرنر — جرينوود بانجلترا .

٢٢٤٠ رطلا انجليزيا) ويكون ذلك نحو ٤٥ رطلا . وهذه المـادّة مجرّبة وموفرة (اقتصـادية) . وقد وجد أن المونة المتركبة من جزء من السِّمنت " مضاف إليه المقـدار اللازم من مسحوق پدلو " ومن ثلاثة أجزاء من الرمل تعطى نتيجة أحسن ممـا تعطيه المونة نفسها خالية من البدلو من حيث مقاومتها للرطوبة وامتصاص المـاء مع أن مقدار البدلو المضاف الى هذه المونة هو بقدر وزن رطلين منه لكل مائة رطل من مسحوق السِّمنت .

وقد أجريت تجربة فى معامل الهندسـة بكلية جامعـة كورك[1] (ايرلاند) على بلاطة عملت من خرسانة سِمنت مضاف إليها مسحوق پدلو وكانت نسبة مخاليط الخرسانة كما يأتى :

٤ أجزاء من كسارة الحجر بحجم من $\frac{3}{4}$″ الى $\frac{1}{8}$″ = ٤٤ رطل

٢ جزءان من الرمل المغسول = ٢٢ «

١ جزء من السِّمنت البورتلاندى = ١١ «

مع إضافة خمسة أرطال من مسحوق پدلو لكل مائة رطل من السِّمنت أى بقـدر ٩ أوقيات مع الأوزان المتقدّمة .

وآستعمل المـاء الذى غُمست فيـه البلاطة (التى صنعت بسـطح $42\frac{1}{4}$ بوصة مربعة) باعتبار ١٢./٠ من وزن أجزاء الخرسانة جافة . وقد مكثت البلاطة فى التجربة ٢٨ يوما موزعة كما يلى :

٣ أيام فى قالب السبك .

٤ « فى المـاء .

٢١ يوما فى الهواء الطلق (الجاف) .

وكان ارتفاع عمود المـاء عبارة عن $8\frac{1}{3}$ أقدام . فوجد بعد مضى زمن قدره خمسة عشر دقيقة أن البلاطة المصـنوعة من دون البدلو قد امتصت ٦ أوقيات من المـاء المغموسة فيه بينما لم تمتص البلاطة (المصنوعة مع إضافة مسحوق البدلو) أىَّ مقدار من المـاء .

واذا جُهزت مونة مائية مضافا إليها مسحوق پدلو فيمكننا أن نطلى بها الحيطان سواء من الداخل أو من الخارج كى نحفظها من الرطوبة وقد جَهزت الشركة مواصفات لآستعمال المسحوق المذكور نلخصها فيما يأتى :

---

(١) بتاريخ ١٦ فبراير سنة ١٩١٤ بمعرفة H. G. Johnson.

الطبقة الرأسية :

(١) من الخارج — تُطلَى الحائط بطبقة من المونة بسمك بوصة (٢,٥ سنتيمترا) تعمل من ثلاثة أوجه وتكون بحساب $\frac{1}{8}$١ رطلا للياردة المربعة من الجزء المراد طلائه وتكون المونة بالنسبة الآتية :

٣ أجزاء من الرمل الحرش المغسول .

١ جزء من السِّمنت البورتلاندى .

٥ رطل من مسحوق پدلو لكل ١٠٠ رطل من السِّمنت .

وإذا كانت الحائط معرضة للطين المستديم أو ماء النشع المستمر فيعمل الطلاء بسمك $\frac{1}{4}$١ بوصة ويطلى أربعة أوجه وتعمل فيه نسبة الرمل ٢ بدلا من ٣

(٢) من الداخل — إذا لم يمكن طـلاء الحائط من الخارج — وكان ذلك فى أعمـال الترميمات مثـلا فتستعمل النسب السابقة فى طلائها من الداخل أو تقلل نسبة مسحوق پدلو فتعمل بحساب $\frac{3}{4}$ رطل للياردة المربعـة من الجزء المراد طلائه أى تكون النسـبة ٣ أرطال من المسحوق لكل ١٠٠ رطل من السِّمنت بدلا من خمسة .

ويعمل الطلاء الداخلى للحائط بسمك بوصة ويكون من ثلاثة أوجه بالنسبة الآتية :

٣ أجزاء رمل حرش مغسول .

١ جزء من السِّمنت البورتلاندى .

٣ رطل من مسحوق پدلو لكل ١٠٠ رطل من السِّمنت . أى بنسبة $\frac{3}{4}$ رطل للياردة المربعة من سطح الحائط .

وإذا كان المطلوب عمـل سمك الطلاء $\frac{3}{4}$" فقـط فيضاف الپدلو بنسـبة ٥ ٪ بدلا من ٣ ٪ أى باعتبار $\frac{7}{8}$ رطل للياردة المربعة .

وأما الأرضيات المطلوب تخفيفها فتطلى أفقيا بمونة مضاف إليها الپدلو بنسبة ٢ ٪ أى باعتبار $\frac{1}{2}$ رطل للياردة المربعة وتُعمل من السِّمنت والرمل الخشن بنسـبة ١ : ٣ وبسمك ١" . وكثيرا ما تستعمل الألوان مع الطبقة النهائية العلوية أو تستعمل الكسارة الصغيرة جدا من حجر الجرانيت بدلا من الرمل الخشن ويكون ذلك أجمل .

ويستحسن أن تطلى الحائط من الخارج بمونة مائية وبنسبة ١ : ٣ مقواة أيضا بإضافة ٥ ٪ من مسحوق الپدلو، وأما الأرضية فتعمل بالسمك المطلوب من ترصيصة من الخرسانة بالنسب الآتية :

٣ أجزاء من الزلط أو كسارة الحجر الصلد لتمر فى عيون مهزة من $\frac{٥}{٨}$" الى $\frac{١}{٨}$" .

٢ جزءان من الرمل الخشن المغسول .

١ جزء من السِّمنت البورتلاندى .

٢ رطل من البدلو لكل ١٠٠ رطل من السِّمنت .

ثم تخفق الأرضية بوساطة طبقة أفقيـة من المونة المكوّنة من السِّمنت والرمل بنسبة ١ : ٣ مع إضافة ٥ ./. من البدلو وتكون بسمك $\frac{١}{٢}$" .

البربقة بمسحوق بدلو :

تعمل البربقة دائمـا على أسطحة المبـانى بعد تسوية السطح سواء بتطبيقـه بوساطة الألواح المنضمّة الى بعضها والمسمّرة على مربوعات من الخشب . أو أعلى العقود المبنية بين كمرات الصلب المستعملة فى التسقيف أو على السقوف المصنوعة من الخرسان المسلح بأسياخ الصلب . وعلى العموم فتعمل البربقة على الترصيصة أو على السقف المسلح بعد عمل الانحدارات الخفيفة التى توجه الى النقط الموضوعة فيها المزاريب المعدّة لإلقاء مياه الأمطار بعيـدا عن السقف . وعلى العموم فتكون البربقة ذات سمك $١\frac{١}{٢}$ بوصة وتعمل بالنسب الآتية :

$١\frac{٣}{٤}$ جزء من الزلط أو حصى الصحراء بحجم $\frac{١}{٤}$" ويحسن أن يكون من كسارة الجرانيت .

$\frac{٣}{٤}$ « الرمل الخشن المغسول .

١ « السِّمنت البورتلاندى .

٥ أرطال من مسحوق بدلو لكل ١٠٠ رطل من السِّمنت .

هذا مع مراعاة لف الأركان (الناشئة من تقابل حائط الدروة مع السطح) بهيئة تقوير للمساعدة فى إنزلاق مياه الأمطار وعدم تراكم الأوساخ كذلك تعمـل قدمة من أسفل حائط الدروة و بكامل محيط السطح .

المـــوزايك — "المـــزوّق"

بخلاف ترابيع البلاط الموزايك فتعمل من هذا النوع أرضيات قطعة واحدة وكيفية ذلك هى :

بعد أن تعمل دكة الأرضية التى هى عبارة عن خرسان سمكها نحو العشرين سنتيا و بعد جفافها ترص فوقها طبقة من الزلط الرفيع المعروف بزلط سَركس بحيث أن لا يزيد سمكها عن خمسة سنتيمترات ، ويكون الزلط المذكور ممزوجا بمونة السيمنت ، وبعد جفاف طبقة الترصيصة المذكورة ترصّ الطبقة النهائية التى هى عبارة عن نفس الأرضـية وتكون من قطع صـغيرة من كسر الرخام الملوّن من أجنـاس مختلفة تخلط مع بعضها و يشـكّل الكَار أى البرواز ولنفرض أنه من كسر الرخام الأخضر

وذلك حسب التصميم ولنفرض أن عرض الكنار المذكور عشرون سنتيا ويبعد عن الحائط بقـدر عشرة سنتيات . ثم ترص السرة إذا كانت مطلوبة تبعا لنوع العمل وتعمل بتصميمات مختلفة و بألوان متغايرة حسب الطلب . ثم يرص القلب وتفـرش كسر الرخام المذكورة على انفـراد ولا يزيد حجم القطعة الواحدة عن سنتيمتر على الأكثر . ثم يصب السِّمنت اليورتلاندى اللبانى بحيث تملأ جميع الأخايـة الكائنة بين قطع الرخام المكسر و يكون منخفضا عن متوسط السطح العلوى بقدر ملليمترين أو ثلاثة ثم تترك الأرضية لتجف . ثم تعمل مونة لبّانى من السِّمنت الأبيض وتراب الرخام بنسب متساوية وتصب فوق الطبقة المذكورة حتى تملأ باقى الأخلية وتترك لتجف .

ثم يؤتى بقطعـة رخام كبيرة تزن لغـاية ٥٠ كيلو جراما وتربط بها يد طويلة من الخشب وذلك لأجل صقل الأرضية بواسطة دلكها باستعمال الرمل والماء وتجرى عملية الصقل المذكورة حتى يصير سطح الأرضية أملسا ثم يغسل بالبترول ويدهن السطح بطبقة فلمية (رقيقة جدا) من الورنيش .

وقد تحسّنت صناعة الموزايك فى الأيام الأخيرة وتقدّمت تقدّما محسوسا فأصبح يستعاض ببعض مسبوكاتها عن نفس المواد الطبيعية التى تصلح لهـذا الغرض فمنها درج السلالم وجلسات الشبابيك وسلابسات للمراحيض الشرقية (جلسة) ومباول رأسية وترابيع للأرضيات ووزرات لكسوة الحيطان بأشكال ورسومات مختلفة وتيجان عُمد وجلسات وبدن عُمد، و بالجملة فيمكن عمل أى مجسم بواسطة عمل الفرمة (قالب السبك) له. وتصنع الفرمة كما سبق وقلنا من جملة أجزاء تربط مع بعضها حين السبك وتفك بعد الإنتهاء . وتصنع الأجزاء المذكورة من الخشب المبطن بطبقة رقيقة من المعدن (والأكثر استعمالا هو النحاس) ثم تكسر الخلطة سواء كانت من قطع الرخام أوكسر حجر الصوّان (الجرانيت) الى قطـع صغيرة جدا (١) ثم تخلط ثلاثة أجزاء من الكسـارة النـاتجة مع جزء واحد من السِّـمنت

(١) بحيث يتحصل لدينا العناصر الآتية بعد تحليل الأحجار المذكورة :

سليس ذائب	٠,٥٥
سليس غير ذائب	٦٥,٢٦
آلومنيا أو طفـل	١٣,٠٦
جـير	٤,٥٥
مغنيسيا	١,٠١
أوكسيد حديد	٩,٨١
حمض كربونك	٠,٠٣
صودا	٢,٣٤
بوتاس	٢,٨٥
ماء ومواد عضـوية أخرى	٠,٥٤
	١٠٠,٠٠

البورتلاندى على الناشف (بدون إضافة ماء) بالطرق الميكانيكية وثم يضاف المـاء اللازم باحتراس تام وذلك خوفا من صب المـاء دفعة واحدة فتمتزج بعض أجزاء السِّمنت وتشك قبل غيرها .

ثم بعـد أن يضاف عليها المـاء اللازم وتكون قد تقلبت تمـاما تصب فى قوالب السـبك التى أعدّت لهـا (الفرم) فتملأ أوّلا الأركان والأجناب والحليات — قبل غيرها — للتمكن من معرفة أنهـا مُلئت ثم يصب المخلوط ويُملأ به باقى الفرمة ويساوَى السطح بواسـطة المسطرين أو المحارة بمساعدة مساطر من الحديد للضبط .

ثم بعـد جفاف المسبوك تفكّ الفرم وتستخرج المسبوكات وتوضع مرصوصـة بجانب بعضها فى خزانات (صهاريج) بها محلول سليكات الصودا وتترك لمدة يعلم منها بواسطة القياس أن المسبوكات المذكورة قد تشربت تماما وغير قابلة للامتصاص بعد ذلك . وتتراوح المدّة المذكورة لغاية أسبوعين . ثم ترفع من الصهاريج المذكورة وتخزن[1] .

القـار

القار أو البيتومين — هو الزفت الطبيعى المنسوب الى التأكسد الحاصـل فى الكربون المـائى فى البترول وثقله النوعى ١٫٩٢٤ ويذوب قليلا فى الكؤول وكثيرا فى روح البترول وزيت النفط

(١) وقد عملت تجربة تحليل على نوع من المسبوكات المذكورة فكانت النتائج :

سليس	٥٠٫٣٥
آلومين	١١٫٨٧
أوكسـيد حديد	٧٫٣٣
جـير	١٨٫٣٣
مغنيسـيا	٢٫٠٣
پوتاس	١٫٧٨
صـودا	٣٫٨١
حمض كربونك	١٫٨٠
ماء ومواد عضوية	٢٫٧٠
المجمـوع	١٠٠٫٠٠

وبمقارنة التحليل الأول (أنظر هامش صفحة ١٤٦) الذى هو عبارة عن تحليل صخور الجرانيت التى تؤخذ منها القطع المكسرة الصغيرة المستعملة فى سبك الحجارة الصناعية، والتحليل الثانى (المبيّن هنا) الذى هو عبارة عن تحليل الحجارة الصناعية يتبيّن لنا متانة وقوّة المسبوكات المذكورة .

وتحت سلفيد الكربون والكلوروفور وزفت الفحم الحجرى والنفتا والبترول . وأكبر مخزن طبيعى للقار هو بحيرة ترينداد التى تبلغ مساحتها ١٠٠ فدان[1] .

ويستعمل القار بكثرة . فى رصف الطرق وكمادة عازلة للرطوبة فى المبانى ولتغطية الأسطح لوقايتها من الأمطار . ويستعمل فى الأساسات لمنع الاهتزاز الناشئ من تأثرها من المحركات الميكانيكية أيضا .

والزفت مادة سوداء لامعة صلبة اذا كانت فى درجة حرارة واطئة وتميل للسيحان فى درجة ٦٠°م . وتسيح على هيئة سائل فى درجة ١٠٠°م . واذا وصلت درجة الحرارة الى ٢٥٠°م . فانها تفقد ١ ٪ من وزنها .

الأسـفلت

يوجد الأسفلت إما على حالته الطبيعية من مناجمه وإما أن يكون أسفلتا صناعيا .

الاسفلت الطبيعى — هو حجارة طبيعية جيرية بيتومينية لونها شكولاتى وتتركب عناصرها من ٩٤ فى المائة من الحجر الجيرى النقى و ٦ فى المائة من البيتومين أو من ٨٦ فى المائة من الحجر الجيرى النقى و ١٤ فى المائة من البيتومين وتوجد بكميات عظيمة فى الجهات الآتية :

قال دى ترافرس (بسويسرا)، لوبسان (بالألزاس)، سيسيل (بمقاطعة الآين بفرنسا)، مونتروتيير سيسيل (بمقاطعة سافوى الجنوبية بفرنسا)، ليمر (بمقاطعة هانوفر بألمانيا)، مايستو (باسبانيا)، راجوزا (بصقلية) .

---

(١) وتوجد بمقاطعة تكساس أيضا بحيرة مماثلة لبحيرة ترينداد، ويوجد أيضا بجوديا بشواطئ البحر الميت وفى كوبا ونيو جرينادا، وتركيبه الكيميائى المنسوب الى بوسنجولت هو :

		تركيب زفت ترينداد	
كربون	٨٥	مواد عضوية طيارة	٧٦,٧٥
ايدروچين	١٢	» » غير طيارة	١٧,٧٧
أوكسچين	٣	» » أخرى	٥,٤٨

تركيب زفت چوديا

كربون	٧٦,٨٤
أيدروچين	٧,٩٢
أوكسچين	١١,٥٤
نتروچين	١,٧٠
كبريت	٢,٠٠

وطريقة الحصول على هذا الأسفلت أو الحجر الجيرى البيتوميني هو بواسطة حفر المناجم لعمق لغاية ١٠ أقدام . ويوجد بالحالة الطبيعية طبقة بين طبقتين من الحجارة الجيرية الصلبة البيضاء وتعرف منهما بكون لونها يكون غامقا (مغبّشا) ومخالفة لمجاوراتها، وأحيانا تكون بين طبقتين من الرمل وبين حجارة هشّة سهل قطعها .

الاسفلت الصناعى — يتحصل عليه بواسطة طحن الحجارة الأسفلية (الجيرية البيتومينية) الى قطع صغيرة توضع فى قزانات النار المتقدة لمدّة من الزمن حتى تسيح ثم تُسبك فى قوالب إما على شكل اسطوانى أو منشور سداسى ارتفاعه يساوى تقريبا نصف عرضه .

الماستيك الاسفلتى — هو نوع من السابق فقط يضاف على مسحوق الحجارة الأسفلتية مقدار يساوى لغاية ١٠ ٪ من وزنها من الزفت الطبيعى وتسبك أيضا على هيئة قوالب وتُرسل للتجارة وزنة القالب الكبير منها ١٢٥ رطلا .

وتصنع على ثلاث درجات مختلفة من حيث الجودة وهى الناعم والمتوسط النعومة والخشن، فالناعم يستعمل كمونة لحام رقيقة بين قوالب الطوب فى البناء للوقاية من الرطوبة، والمتوسط النعومة يستعمل فى تغطية الأسطحة والسقوف وفى خزانات المياه، ويستعمل الخشن أى المرمّل فى الأرضيات على وجه العموم والطرق العمومية وفى الحالات التى تستدعى الصلابة مثل أرضيات لمظلات المدافع الثقيلة وأرضيات الاسطبلات وفى الممرات للركبات التجارية .

واستعمال الأسفلت لهذا الغرض هو باستحضار القوالب المسبوكة وتكسّر قطعا وتُرمَى داخل قزان التسييح المحمول على وجاق به باز للوقود ويخرج من الوجاق مدخنة لتصريف دخان النار وبعد إشعال النار تسيح تلك القطع وتصير سائلا ثخينا ثم يكال منها بواسطة دلو (جردل) وتُصب على الأرض المطلوب تغطيتها ثم تبسط بواسطة الفُرَش المصنوعة من أسلاك الحديد .

وتعمل نفس الطريقة فى السقوف والأساسات وعند استعمالها فى الأساسات يشترط أن يكون فرشها على البناء بعد جفافه .

خواص الماستيك — أنه ينهرس اذا دُقّ بالمطارق ويحدث عنه صوت رنّان واذا سخن لدرجة ١٦٠° م . يتفتت نظرا لصعود حمض الكربونك منه وبقاء الجير فيه مع الأسفلت . وعند ما تصل درجة الحرارة ٢١٢° م . يصهر تماما ويكوّن مسحوقا رقيقا ناعما وثقله النوعى ٢,٢٣ .

واذا استمرت النار مستعرة حتى تصل درجة الحرارة الى ٣٠٠° لمدة ساعة ونصف يستخرج المسحوق المذكور من القزانات ويبسط على دكة من الخرسانة (مدكوكة جيدا بسمك لغاية ٠,٢٥ متر

بواسطة الهراس) وذلك بعد التحقق من تمام جفاف الدكة ويكون سمك طبقة المستيك بوصتان ونصف وتدك بالمندالات الحديد الزهر السخنة على النار لدرجة ٣٠٠° حتى يصير سمكها بعد الكبس من بوصة ونصف الى بوصتين بعد ذلك يبسط فوقها طبقة رقيقة من المسحوق المنخول بمنخل ناعم ويصير تسويته على سطح الطبقة الأولى ثم تكوى بمكاوٍ من الحديد ساخنة لدرجة الاحمرار التقريبي ويُستمر فى ذلك الى أن تتصلب .

زفت قطران الفحم الحجرى

هو الناتج بعد تقطير قطران الفحم الحجرى ويستعمل أحيانا بدلا من الزفت (البيتومين) وأحيانا يستعمل بخلطه مع الأسفلت وهو لوحده عرضة لأن يسيح بسرعة ويتفتت .

وبتقطير قطران الفحم الحجرى تحصل منه على زيت خفيف بدرجة ١٧٠°، زيت وسط بدرجة من ١٧٠° الى ٢٣٠°، زيت وسخ (ثخين) بدرجة من ٢٣٠° الى ٢٧٠° ويسمى بالكريزوت، انتراسيت بعد ٢٧٠° والباقى هو زفت (١) .

وفائدته لرصف الطرق وهى الأهم وطريقة ذلك أن تكسّر الحجارة الصلبة (مثل حجارة أبى زعبل) الى قطع صغيرة تتغير سموكها من $\frac{3}{8}$ الى $1\frac{3}{4}$ بوصة ثم تمزج مع الزفت السائح على طبالى من الخشب وبعد المزج ترمى فى المحلات المعدّة لها وتدكّ بالمندالة ثم بالهرّاس . وأحيانا يتغير سمك كسارة الحجر فتصل الى ٢ً ويستعمل نوع آخر من كسارة الحجر لا يزيد عن $\frac{1}{2}$ بوصة وذلك لرصف الأرصفة .

الكالنــدرايت

هو طلاء قاعدته القار (الزفت) يوضع على الحرارة كالأسفلت ومع صلابته فانه مرن نوعا، وتركيبه سر لنفس مخترعه وهو متحصل اقتصادى جامع للشروط المطلوبة للصلابة وطول مدّة المكث، ويقاوم الحرارة فى فصل الصيف وأمطار الشتاء وهو يشتمل على جميع خواص الأسفلت ولا يسيح إلا فى درجة ٣٠٠° م .

---

(١) وتركيبه الكيميائى هو كما يأتى :

كربون	٧٥,٣٢
ايدروچين	٨,١٩
أوكسچين	١٦,٠٦
مواد أخرى	٠,٤٣
	١٠٠,٠٠

واذا استعمل فى تبليط الأدوار الأرضية فى المبانى فانه يسمح بالجفاف التام لأنه يمنع نفوذ المـاء والرطوبة بالكلية .

وهو أيضا جيد فى بربقة السطوح خصوصا لأنه بوضعه على هيئة طبقة بسمك ١٠ ملليمترات على ترصيصة من الخرسان سمك من ٥ الى ٨ سنتيمترات يكون كافيا للحصول على طبقة لا ينفذ منها ماء الأمطار ويحسن استعماله أو استعمال الأسفلت فى البربقة بدلا من استعمال البربقة العادية حيث أنه لا يحتاج الى ترميم مستديم .

ملفات المـادة العازلة صنع كالندر — وقد صنعت شركة كالندر ملفات رقيقـة من الزفت المخلوط بالرمل لاستعمالها كطبقات مادّة عازلة للرطوبة وممكن لفها و بسطها بدون أن تتكسر أو تمزق وسهل قطعها بحدّ السكين العادى .

مصنوعات شركة ڤولكانايت

وفى الأسواق موادمانعة للرطوبة فى الأبنية تصنعها شركة ڤولكانيت منهاملفات ڤولكانايت المصنوعة من الاسفلت وذلك لأجل تغطية السقوف، ونوع ريكزيلايت هو أفضل الأنواع العازلة للمبانى عن الرطوبة يستعمل رأسيا أو أفقيا وليس مخلوطا مع الزفت والقطران وأيضا الڤولكانايت الواقى ضدالمـاء.

يباع الريكزيلايت بالملف الذى يحتوى على ١٣٥ قدما مربعا وعرض الملف ياردة وطوله ١٥ ياردة وهو على أوزان مختلفة منها ما هو ٨٠ رطلا ويسمى نمرة ١ ، ٦٠ رطلا يسمى نمرة ٢ ونمرة ٣ هو ٤٥ رطلا ونمرة ٤ هو ٣٥ رطلا فالأول يستعمل فى الأجواء الصناعية وكذا الثانى فقط فى الأخف وطأة والثالث فى الحالات التى تستدعى نفقات كثيرة والنوع الرابع فى الأقل أهمية .

الاردواز

الاردواز المستعمل لتغطية السقوف المـائلة وفى تغطية بعض الحيطان عبارة عن ألواح رقيقـة صلبة ناعمة مستوية السطح سهلة النشر والقصم من كتلتهـا وكذلك سهلة الثقب بدون حدوث كسر أو شرخ فيها .

وحجر الاردواز هو حجر طبيعى يوجد بأوربا وأميركا وكثير الوجود فى بريتانيا[1] والولايات المتحدة ولونه سنجابى تقريبا ومنه الأرجوانى اللون قليلا أو المـائل للاخضرار أوللسواد . ويقطع من محاجره

(١) والمحاجر الآتية هى الشهيرة :
وستمورلاند ، كمبرلاند ، لكستر ، ديفون شاير ، ، كورنوال ، بيرث شاير ، آرجايل شاير ، و يكلو ، كلكنى .
غير أن اردواز مقاطعة "يورك شاير" السنجابى اللون قابل لامتصاص المـاء ولذا فيعطى انحدار كبير حاد للسقوف المـائلة فى مبانى هذه المقاطعة لسهولة وسرعة انزلاق مياه الأمطار ، كذلك يوجد بفرانسا .

بالطرق المستعملة فى قطع الحجارة إما باللغم أو بالأسافين ويتحصل من ذلك على كل بهيئة وسائد لا يتجاوز سمك الواحدة منها ثلاثة عشر بوصة ، وتنقل هذه الوسائد الى الورش كى تنشر الى ألواح مختلفـة المقاسات فى الطول والعـرض والسمك حسب ما هى مطلوبة لأجله ويطلق عليها أسمـاء مخصوصة معروفة فى الأسواق التجارية .

ويكون لوح الاردواز المستعمل فى تغطيـة السقوف المـائلة « الجملونات » محـدود المقـاس ذا عرض وطول ثابتين أو أن طوله يختلف من ٣٠ الى ٤٠ بوصة بزيادة بوصة ، ويطلق الانجليز عليه اسم اردواز الطن[1] . أما الاردواز الثابت الطول والعرض فيتحصل عليه بثلاث درجات مختلفة وهى : (١) درجة أولى — صنف عال . (٢) صنف متوسط . (٣) درجة ثالثة .

فألواح اردواز الدرجة الأولى قليلة السمك عن ما يليها فى المرتبة التى تكون أقل سمكا من ألواح الدرجة الأخيرة ، وتباع فى الأسواق التجارية بالألف « ١٣٠٠ لوحا عدّا » أى تباع بالعدّ .

والألواح ذات النوع الغير جيد تبـاع إما بالياردة المسطحة أو بالطن ، وتعرف قلة جودتها من ظهور عوارض امتصاص المـاء على سطحها . ويستعمل الاردواز بكثرة فى إنشاء المبانى فيمكن أن تعمل منه وسائد «سلابسات» للمراحيض وأحواض للغسيل ومبـاول وأحواض للغسـيل ومباول وأحواض قذف الميـاه للمراحيض «صندوق طرد» وفى كافة الاسـتعمالات الداخل فيها المـاء لأنه عديم الامتصاص له ، وتعمل ذات حليات مشـكّلة حسب المطلوب ، وعدا ذلك فمكن أن تعمل منه قوائم ونوائم درج السلالم الملصوقة على السلالم الخرسانية المسلحة .

زنة الاردواز ومقاسـاته

يزن القدم المكعب من الاردواز من ١٦٠ حتى ١٨٠ رطلا انجليزيا ، ومبين بالجدول الآتى زنة الألواح والوسائد ذات السمك المختلف :

السمك بالبوصة	عدد الأقدام المسطحة التى تفرشها طونولاتة	وزن القدم المسلح بالرطل
$\frac{1}{2}$	٣٠٠	٧,٥
$\frac{3}{4}$	٢٠٠	١١,٢
١	١٥٠	١٥,٠
$1\frac{1}{4}$	١٢٠	١٨,٦
$1\frac{1}{2}$	١٠٠	٢٤,٤
٢	٧٥	٣٠,٠

(١) Ton Slate.

وفى حالة الاردواز المباع بالطنّ فإن الألواح التى فى وزن طنّ يمكن أن تغطى بهـا المسطحات الآتيــة :

(١) يغطى الاردواز المباع بالطنّ من أوّل درجة
والمختلف فى العرض بطول متغير من ٢٠ الى ٤٢ بوصة مساحة قدرها ٢٠ ياردة مربعة .

(٢) يغطى الاردواز المباع بالطنّ من ثانى درجة
والمختلف فى العرض بطول متغير من ٢٠ الى ٤٢ بوصة مساحة قدرها ٢٥ « «

(٣) يغطى الاردواز المباع بالطنّ من ثالث درجة
والمختلف فى العرض بطول متغير من ٨ الى ٤٢ بوصــة مساحة قدرها ١٨ « «

ومبين بالجدول الآتى مقدار المقاسات المستعملة فى الأسواق التجارية مع أسمائها حسب ما هو مصطلح عليه فى معظم بلاد بريتانيا ولو أن بعض الألواح ذات المقاس المعلوم تسمى بأسماء متباينة فى المناطق المختلفة :

(١) أميرات (Princesses) ٢٤ × ١٤ بوصة
(٢) دوقات (Douchesses) ٢٤ × ١٢ «
(٣) مركيزات (Marchionesses) ٢٢ × ١٢ بوصـــة .
(٤) مركيزات (Marchionesses) ٢٢ × ١١ بوصـــة .
(٥) كونتسات (Countesses) ٢٠ × ١٠ بوصـــة .
(٦) كونتسات أقل (Viscountesses) ١٨ × ١٠ بوصة .
(٧) ســيدات كبيرة (Ladies, Large) ١٦ × ٨ بوصة .
(٨) سيدات صغيرة (Ladies, Small) ١٤ × ١٢ بوصة .
(٩) مجوز (Doubles) ١٣ × ٧ بوصة
(١٠) مفرد (Singles) ١٢ × ٨ «

وتوجد ألواح أخرى ذات مقاس بالبوصات يختلف تبعا لتسميته مثــل ٢٦ × ١٦ بوصة ، ٣٠ × ٢٤ ، ٣٦ × ٢٤ وذلك[1] للقيصرات والإمبريال والملكات على التعاقب .

هذا بخلاف أنه توجد مقاسات مختلفة لبعض الأنواع التى أشرنا اليها مثل النوعيــن السادس والسابع ، وأن لكل نوع من الأنواع العديدة السابقة ثلاث درجات .

تسمير الألواح على السقوف الجملونية

تنتخب الألواح الاردوازية ذات المقاس الصــغير فى تغطية الجملونات ذات الانحــدار العظيم وفى حالة الانحناءات سواء كانت "تقوير" أو "تنفيخ"[2] وتعرف زاوية انحدار الجملون لدى المهندسين

(١) وهى : (Rags ، Queens ، Imperials ، Impresses) .
(٢) تقعير : أحدوداب .

المعماريين بأنها زاوية ميل العَرَق "المـائل" على الشدّاد "الأفقى" — وما يعرفه صُناع هـذا النوع من التغطية أنها زاوية رأس الجمل الواقعة بين العَرَقين المـائلين . ويلاحظ فى تسمير ألواح الاردواز مقدار ركوب كل لوح على الذى يليه من أسفل وهذا يقال عنـه مقدار الباصة . ويطلق اصطلاح الخلوص على مقدار بروز اللوح صوب الخارج على السقف ويكون طول اللوح فى هذه الحالة عبارة عن مجموع مقدارى الخلوص والباصة . والاصطلاحات الآتية لا بد من بيانها :

الرأس — هى الحدّ العلوى للوح الاردواز .

الوجه — هو السطح الظاهر من اللوح بعد وضعه .

المرقد — هو السطح المستريح عليه اللوح .

الذيل — هو الحدّ السفلى للوح الاردواز .

الشفير(١) — هو مسطح الجزء الظاهر من كل رصّة من الألواح " صفّ " .

الخلوص(٢) — هو مقدار بروز اللوح عن الذى فوقه، وبه يتعين موضع المسمار .

الصف — عبارة عن رصّة الألواح التى فيها رءوس وذيول الألواح فى استقامة واحدة .

الرباط — يطلق اسم رباط حينما يتجاوز لوحان فى رصة يقع لحامهما فى وسط لوح من الرصة التى أسفل .

الباصة(٣) — هى مقدار ركوب ذيل كل لوح على رأس اللوح الذى يليه من أسفل عند ما تكون الألواح مسمرة بالقرب من الوسط — أو — هى مقدار ركوب ذيل كل لوح لغاية ثقب المسمار، ووجد مقدارها بالتجربة متغيرا من $٢\frac{١}{٢}$ الى ٤ بوصات ومتوسطه ٣ بوصات .

طرق التسمير : توجد طريقتان لتسمير الألواح لتغطية السقوف الجملونية وهما :

١ — التسمير بالقرب من رأس اللوح .

٢ — التسمير بالقرب من وسط اللوح .

---

(١) Margin. (٢) Guage. (٣) Lap.

ومهما كان شكل التسمير فيمكن تسمير الألواح بالكيفيات الآتية :

(ا) على مراين رفيعة من الخشب بقطاع ٢ً × ١ً أى نصف مورينة بوصة ٢ فتوضع أفقية على الموائل الفرعية وتكون متقاربة من بعضها لتعيين الخلوص المطلوب .

(ب) على ألواح الطّبق المنضمّة لبعضها جنبا الى جنب ، وفى هذه الحالة تكون الألواح مركبة على الموائل الفرعية وتسمر عليها ألواح الاردواز مع فَرشة من اللباد .

(ح) على ألواح مثل السابقة فقط يستعاض بالاسفلت عن اللباد وذلك لزيادة التحفظ على المبنى من الرطوبة .

(ى) على سدايب رفيعة من الخشب موضوعة أفقية ورأسية وراكبة على ألواح خشب منضمة، وهذه الكيفية هى لسهولة انزلاق مياه الأمطار المتساقطة والتى قد تنفذ الى سطح السقف من لوح اردواز يكون قد كسر وتترك التيار الهوائى يمر بسهولة .

حساب التسمير بالقرب من رأس اللوح — تعمل ثقوب تسمير ألواح الاردواز على مسافة ١ بوصة من رأس اللوح، ولحساب مقدار الخلوص نجرى العمل كما يأتى :

نَطرح حاصل جمع (بوصة واحدة + الباصة) من طول لوح الاردواز ثم تقسم باقى الطرح على ٢ :

$$\text{الخلوص} = \frac{\text{طول اللوح} - ١ً - \text{الباصة}}{٢}$$

ويكون الخلوص دائما لألواح الأردواز من طراز[1] (٢، ٥، ٧) :

(٢) الخلوص $= \frac{٢٤ - ١ - ٣}{٢} =$ ١٠ بوصات .

(٥) » $= \frac{٢٠ - ١ - ٣}{٢} =$ ٨ » .

(٧) » $= \frac{١٦ - ١ - ٣}{٢} =$ ٦ » .

التسمير بالقرب من وسط اللوح — يكون الخلوص فى هذه الطريقة محسوبا كما يأتى :

$$\text{الخلوص} = \frac{\text{طول اللوح} - \text{الباصة}}{٢}$$

ويُحسب لما سبق من أنواع الاردواز حسب الآتى :

(٢) الخلوص $= \frac{٢٤ - ٣}{٢} = ١٠\frac{١}{٢}$ بوصات .

(٥) » $= \frac{٢٠ - ٣}{٢} = ٨\frac{١}{٢}$ » .

(٧) » $= \frac{١٦ - ٣}{٢} = ٦\frac{١}{٢}$ » .

---

(١) وهى ... ... Duchesses) و Countesses و Ladies.)

حساب العامل : وعند تركيب الألواح يحسب العامل دائما محل ثقب المسمار بأن يحسب القياسات دائما من ذيل اللوح مع إضافة $\frac{1}{2}$ بوصة الى الباصة والخلوص هكذا :

الخلوص + الباصة + $\frac{1}{2}$" = ... مسافة ثقب المسمار من ذيل اللوح .

ففى اردواز طــراز (٢) يكون $١٠\frac{1}{2}$ + ٣ + $\frac{1}{2}$ = ١٤ بوصة

وفى « « (٥) « $٨\frac{1}{2}$ + ٣ + $\frac{1}{2}$ = ١٢ «

« « « (٧) « $٦\frac{1}{2}$ + ٣ + $\frac{1}{2}$ = ١٠ «

ويثقب اللوح الاردواز على مسافة $١\frac{1}{4}$ بوصة من جانبه فى أىّ الطريقتين السابقتين .

ويلاحظ أن طريقة تسمير الاردواز بالقرب من الوسط أوفر من الطريقة الأخرى من حيث عدد الألواح المستعملة للتغطيـة وتحتاج الأخرى لمصاريف كثيرة ولذا فاستعمالها نادر خصوصا وأنه يقتضى رص الألواح طبقتين فوق بعضهما أعلى كل تسميرة ولذا يكون ذيل اللوح كبيرا فيظهر عيب استعمال تلك الطريقة عند هبوب الرياح واشتدادها .

التغطية بالالواح المتباعدة — هذه الطريقة أكثر اقتصادا من الطريقتين السابقتين وفيها ترص ألواح الاردواز فى كل صف متباعدة بعضها عن البعض بقدر ٢ بوصة بحيث تقع هذه المسافة فى أىّ رصّة فوق لوح اردواز فى الرصة التى من تحتها .

ويلاحظ دائما أن يوضع لوحان من الاردواز فوق بعضهما من عند الشرفة ومن عند لوح المراية فى السقف الجملونى .

الـــــزجاج

الزجاج مادة شفّافة هشّـة لا تسمح لمرور الأجسام منها سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية، فقط يخترقها الضوء والحرارة بدون أن يؤثر أيهما فيهـا . ويتحصل على الزجاج من تسييح (انصهار) الرمل الأبيض لدرجة حرارة مرتفعة مع بعض القواعد مثل الصودا والبوتاس، وبعض مواد ترابية أخرى تكون إما ملونة مثل أكاسيد الحديد والكوبالت والمنجنيز والكروم وفوسفات الجير وأوكسيد القصدير والنحاس، أو تكون هـذه المواد الترابيـة غير ملونة مثل أكاسـيد الألومينيوم والمغنيسيوم والزنك والتاليوم والباريوم والرصاص .

والنسب الآتية موافقة لتكوين عناصر ألواح الزجاج المستعملة فى المبانى :

		أو		
رمل أبيض ناعم	١٠٠		... ...	١٠٠
كربونات الجير "حجر جيرى"	٣٠		... ...	٢٥ — ٤٠
كبريتات الصودا	٣٠		... ...	٤٠ — ٤٥
مسحوق فحم الكوك	٥		زجاج قديم يساعد على السيحان	٥٠ — ١٠٠
ثانى أوكسيد المنجنيز[1]	٢		... ...	... ...

أما أحسن النسب للعناصر فهى كالآتى :

رمل أبيض ناعم	١٠٠
پوتاس نقية	٨٠
أكاسيد ممزوجة	٢٠٠

والأكاسيد الملونة لألواح الزجاج بالألوان المختلفة والتى تضاف حسب التركيب السابق هى مايأتى :

اللون	الأكاسيد المضافة	اللون	الأكاسيد المضافة
الأزرق	كوبالت .	الأحمر الغامق	أوكسيد الحديد .
البنفسجى	أوكسيد المنجنيز الأسود .	الزمردى	أوكسيد الكروم .
الأسود	أوكسيد حديد ، أوكسيد كوبالت	الأصفر الباهى	أملاح الفضة ، أوكسيد أنتيمون .
الأرجوانى	الذهب ، أوكسيد القصدير .	الأصفر القاتم	مسحوق الفحم .
الوردى	فوق كلورور الذهب .	معتم	أوكسيد القصدير أو فوسفات الجير .

أنواع الزجاج فى الأسواق المصرية — تعرف هذه الألواح بحسب السُّمك وهى :

المفـــرد — وهو ما كان سمك اللوح منه ١,٢٥ مليمترا .

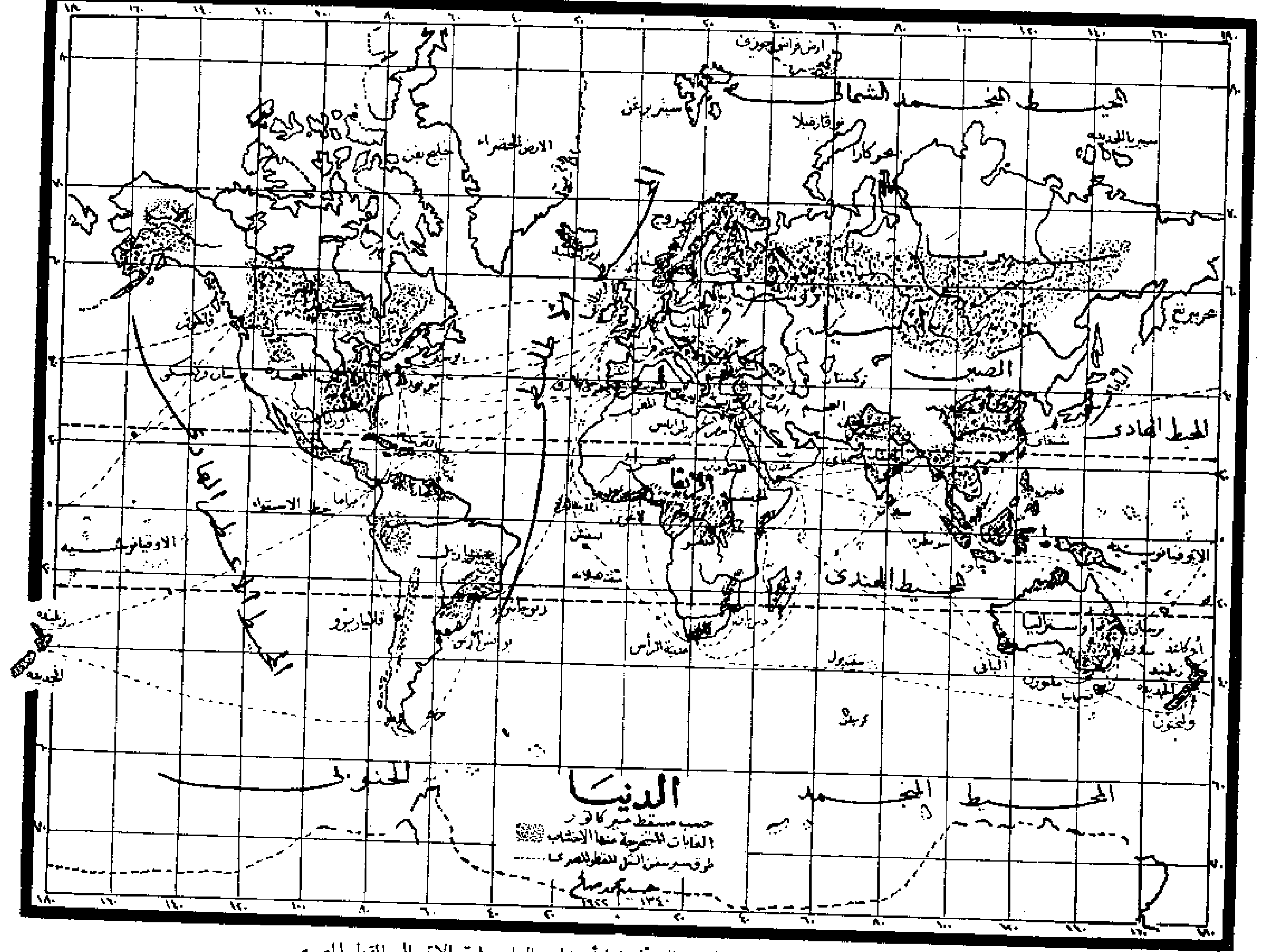
نصف المجوز — وهو ما كان سمك اللوح منه ٢,٢٥ مليمترا .

المجـــوز — وهو ما كان سمك اللوح منه ٣,٠٠ مليمترا .

وعدا ذلك فيوجد الزجاج المصنفر والزجاج المعروف بالانجليزى والمسمى بأسماء مختلفـة حسب ألوانه وحسب الزخرفة التى فيه وذلك مثل الضامة والمثلج والمرمل بكافة الألوان .

ويُنتخب لوح الزجاج اللازم للشبابيك والابواب من قطع مستطيلة أو كثيرة الاضلاع حسب الرسم ويكون اللوح أملسا فى غاية الاستواء ناصع البياض شفافا لا عروق فيه ولا فقاقيع .

(١) يُعطى هذا العنصر اللونَ الأحمر وتعطى قواعد الصودا لونا أخضرا فبامتزاج اللونين يختفيان و يصير الزجاج لالون له .



(شكل ١٠١) رسم الجهات العالمية التي تنمو فيها أخشاب البناء وطرق الاتصال بالقطر المصري

الباب التاسع

الخشـــــب

الأخشاب المستعملة فى المبانى هى المستخرجة من الأشجار التى يسميها علمـاء النبات بالأشجار ذات التكوين الخارجى التى تنمو بوجود طبقات تحت القشرة، وتبنى هذه الأشجار أوراقها مرة واحدة فى السنة ولا تعيش طوال حياتها مخضرة الأوراق ، وهى نوعان فمنها ذات الأخشاب الصلبة والثانية ذات الأخشاب الغير صلبة، ويلاحظ أن الأشجار التى من فصيلة واحدة تختلف أخشابها عن بعضها باختلاف الأراضى المنزرعة فيها والطقس وكذلك كيفية خدمتها .

تركيب الخشب — يمكننا أن نعبّر عن التكوين الكيميائى للخشب بأنه من كربون وايدروجين وأوكسـجين ، ويوجد النيتروجين فى المـادة الغذائيـة حيث انه عامل مهـم فى نمو الأشجار، ويكون النيتروجين مصطحبا كميات قليـلة من الكبريت ومن بعض المعدنيات الصاعدة من الأرض للشجرة مثـل البوتاس والصودا والسليكا ويكون معها أحيانا بعض من آثار الحـديد والمنجنيز، ومما يثبت وجود عنصرا البوتاس والصودا فى الخشب أن يكون كل من كربونات البوتاس وكربونات الصودا متخلفان من حريق الخشب .

أما خلايا النمو فى الأشجار فتتكون من الحويصـلات ($\text{ك}_{٦}\,\text{يد}_{١٠}\,\text{أ}_{٥}$) وتتحول الألياف التى تنضج هذه التغذية الى الألياف الخشبية الحقيقية[١] ($\text{ك}_{١٨}\,\text{يد}_{٢٤}\,\text{أ}_{١٠}$)، وأما معادلة المـادة النشوية التى فى خلايا التغـذية فهى $\text{ك}_{٦}\,\text{يد}_{١٠}\,\text{أ}_{٥}$ غيرأنهـا تختلف فى التكوين عن الخلايا نفسها السابق الاشارة اليها . ويلاحظ أن كل من العناصر : الكربون والايدروچين والأوكسچين داخل فى تركيب السـائل المطاط (الصمغى) والقلفونية المستخرجة من بعض الأشجار .

الكثافة — تختلف الأخشاب المتعددة فى الكثافة نظرا لاختـلاف تكوين خلايا النمو فيها ؛ وفى الحقيقـة أن الخشب أثقل من المـاء بدليـل أنه لو أزيل منه الهواء — (استبعد منه سـواء بطريقـة التفريغ من ضغط الألياف أو بنقعه فى المـاء لمدّة طويلة) — فانه يغطس . وكلمـا كان الخشب جافا كلمـا نقصت كثافته ، فالأخشاب المقطوعة من جذر جزع الشجرة تكون أثقـل من

---

(١) (Lignine)

المقطوعة من قمة الجزع نفســه كذلك الأخشاب المقطوعة من عند القلب فهى أثقل من المقطوعة من جهة القشرة[1]، ويلاحظ أن أمتن الأخشاب هى الجافة الكبيرة الكثافة .

الخواص الميكانيكية — يلاحظ عند عمل التجارب على الأخشاب أن لهـذه المـادة حدّ للرونة مثل ما للعادن والتى عنـدها تنقص قوتها ويتسبب عن هذا انحناء ثم كسر عند ما يصل الحمل الى مقدار هو من ٥٠٪ لـ ٧٠٪ من حمل الكسر . ومما يجب ملاحظته أنه من السهل استئصال طبقات الألياف الواحدة من الأخرى على اتجاهها الطولى ، ويكون من الصعب كسرها عرضـيا، ولذا فان قوّة القص تكون فى الحالة الأخيرة حوالى عشرة أمثال القوّة فى الحالة الأولى .

تغذية الأشجار — يمكن الوقوف على كيفية تغـذية الأشجار مما يأتى من التفسـير وهو أنه اذا قطعت شجرة بمستو عمودى على ساقها فيشاهد القطاع مثل المرســوم بالرسم ١ (بشكل ١٠٢) ويلاحظ فيه الأجزاء الآتية :

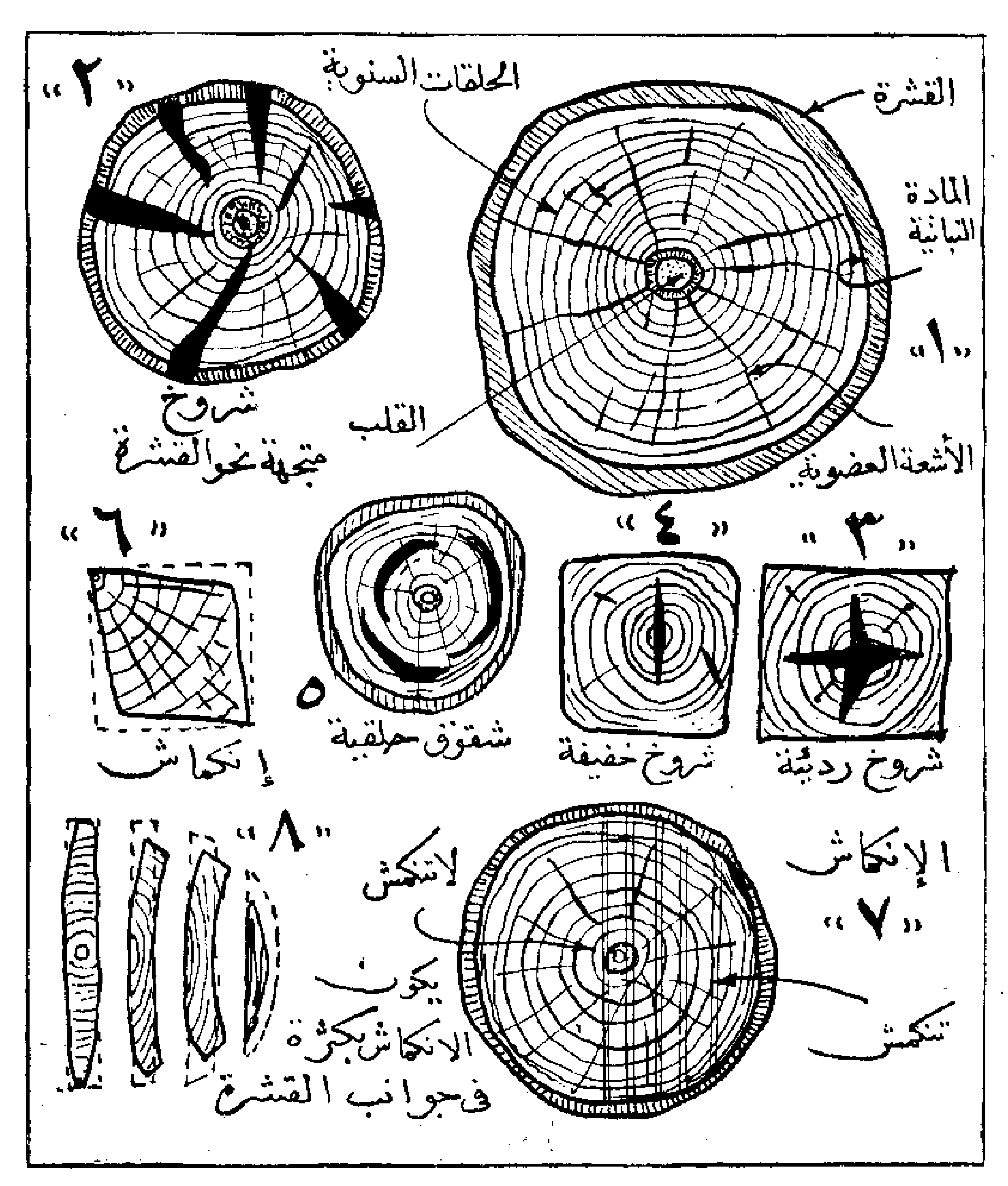
(١) اللُّب — وهو أوّل الأجزاء المتكوّنة فى جذع الشـجرة ويتكوّن من نسـيج خلوى، وعند ما تكون الشجرة صغيرة يكون اللب محتويا على كمية عظيمة من السائل الغـذائى وتنعدم هذه الخلاصة اللينة عند بلوغ الشجرة لسن الشيخوخة وتنتقل دورة الغذاء الى الحلقات المحيطة باللب ، ويشاهد عند تفرع الشجرة الى فروع أن لب هذه الفروع يخرج من اللب الأصـلى ولهذا السبب يشاهد أن جميع الفروع تكون أنحف من جذع الشجرة نظرا للتوزيع الحاصل للخلاصـة المغذية ومما يلاحظ أيضا أن الفروع الأولى تكون أغلظ من التى عند القمة .

(٢) الحلقات السنوية — وهى حلقات النسـيج الخلوى ذات المسام والمنتشرة حول اللب حتى القشرة وتكون متوازية ولا تأخذ شكلا تام الاسـتدارة فى بعض الأحيـان . وأطلقت عليها هذه التسمية نظرا لتكوين حلقة فى كل سنة ولذا فيمكن الحكم على عمر الشجرة من عدد هذه الحلقات، وهذه النظرية تكون ثابتة فى المناطق المعتدلة التى تتغير فصولها السنوية فى أوقات معلومة محدودة وتخضرّ أوراقها مرة فى السـنة ، أما فى المناطق الحارة فباخضرار الأوراق مرتان فى السنة فيزداد عدد هذه الحلقات ولا يمكن العمل بهذه النظرية .

وتكون الحلقات السنوية الأوّليـة التكوين مفعمة بالمـادة الغذائية التى تحملها الأشعة العضوية وتجمد فيتكوّن منها الخشب الحقيق المستعمل فى الأعمـال المتينة، وتكون الأخشاب القريبـة من

---

(١) أبان المؤلف البريتانى جونسون (Johnson) أن الأخشاب المقطوعة من الخارج ومن الوسط هى أقل كثافة من التى بين هاتين المنطقتين — (٧ر٠ للبلوط أو ٨ر٠ وللعزيزى ٦ر٠ ، ٥ر٠ وللأبيض من ٥ر٠ الى ٣ر٠) .



(شـكل ١٠٢)

القشرة ضعيفة نظرا لأن صلابة الخشب تقل كلما اقتربت الحلقات نحو القشرة ويكون لونها فاتحا عن لون الأخرى .

(٣) الأشعة العضوية — وهى الموصلة للغذاء لأجزاء الشجرة وهى عبارة عن نسيج خشبي ذو مسام بهيئة خطوط أفقية وعمودية على جذع الشجرة وتمتد من القلب نحو القشرة .

(٤) القشرة — وهى الغـلاف الاسفنجى الواقى للخشب وتتكون من خلايا ليفية من الخشب وتزداد فى السمك ســنة بعد سنة بانضمام طبقات عليها من داخلها، وتنشقق هـذه القشرة عند ما تبلغ الشجرة سن الشيخوخة .

عيوب الأشجار — تتوقف هذه العيوب على المكان المتزرعة فيه الأشجار وعلى كيفية خدمتها وقطعها ! وأهم هـذه العيوب هو وجود الخشب الذى لم يتم إنضاجه ولذا لا تقطع الشجرة إلا بعد تمـام نضجها ونموّها حتى السن المناسب وقبـل أن يتجوّف باطنها « يخوخ » عند ما تصل الى سن الشيخوخة، و يمكننا أن نصف العيوب كما يأتى :

(١) الشيخوخة — تبـدأ الشيخوخة بضعف الشجرة من القلب ثم من الجذور الى أعلى حتى يصير باطنها أجوفا .

(٢) التشقق — تحدث الشقوق العديدة فى اتجاه عمودى على العروق وتتسبب من جفاف الطبقة العليا بغتة . وتحدث فلوق أخرى توقف سير الألياف وتسبب تلفا عظيما فى صلابة الشجرة ، وتكون الشــقوق إما قاسمة فى القطاع أو متقاطعة مع بعضها أو تكون متســعة من المركز نحو القشرة أو بالعكس أو تكون شقوقا حلقية، أنظر الرسوم ٢، ٣، ٤، ٥ (بشكل ١٠٢) .

(٣) الرضوض — ينشأ هـذا الرضوض من إلقـاء الشجرة بعـد قطعها من طرفها على الأرض، فيحدث انكماش وتكسير فى أليافها .

(٤) الانكماش — ويحصل دائما فى المحيط، فاذا قطعت لاطة مربعة فقد تنكمش من أحد قطريها، واذا قشرت الشجرة الى ألواح فيحصـل الانكماش فى جانبى كل لوح بحيث لو ترك اللوح وشأنه فانه «يقفع»، أنظر الرسوم ٦، ٧، ٨ (بشكل ١٠٢) .

(٥) العُقَــد — تتولد العقد من تفريع الأغصان عند قطعها قبل تمـام نموّها ، واذا كانت العقد صغيرة ومندمجة مع الشجرة فلا خوف عليها، أما اذا كانت كبيرة فانها تكون ضارة .

(٦) الالتــواء — يحدث التواء لبعض الأشجار وذلك ناشئ من تأثير الرياح الشديدة على الشجرة وهى صغيرة .

(٧) البُقَــع — هذا العيب يتلف ألياف الشجرة، ولا تظهر البقع ذات الرائحة الكريهة إلا عند قطع الشجرة .

(٨) التعفن — ينشأ التعفن من حمو الأخشاب وذلك قبل تمام نضجها و يتسبب من الرطوبة التى تنشأ من عدم الالتفات الى تهوية الأخشاب خصوصا المركبة فى المبانى والتى تكون من أشجار غير تامة النضج فتتكون الديدان التى تأكل الأخشاب وتحولها الى مسحوق وهو المسمى التسويس .

أنواع الأخشاب المستعملة المستخرجة من الأشجار

يقطع الخشب من محل وروده الى قطع مختلفة يطلق عليها أسماء متنوعة بالنسبة لأبعاد قطاعها وطولها وأوصافها — وكان لايستعمل بالقطر المصرى فى الزمن الأول إلا الأخشاب البلدية التى تمو أشجارها فى النقط المختلفة من القطر سواء كان على جسور الترع أو الطرق العمومية وكانت طبعا لاتفى بالفرض المقصود منها بالنسبة لقلتها (ولعدم وجود غابات فى أى نقطة من القطر المصرى) ولعدم صلاحية الخشب الموجود هنا للأعمال المعمارية حتى أن الأهالى اضطرت فى مبدأ الأمر بعمل سقوف المنازل من أفلاق النخيل وأفرع الأشجار. ولا تزال هذه الطريقة متبعة ببعض القرى — ولا ندرى الى متى تستمر هذه الحال ويمكن أن نرى زراعة الغابات قائمة بروح جدية .

ان الحوادث التى تمر بنا قد أظهرت بجلاء حاجة القطر المصرى الشديدة الى الأخشاب وضرورة استغلال الأشجار الخشبية بكثرة لسد هذا النقص ويمكننا جدا سد هذا النقص و بنجاح عظيم .

ونحن كنا نرى بأعيننا الأشجار القليلة الباقية فى القطر قد قطعت واستعملت للحريق بحجة تسويسها والوباء بينما كنا نرى صعود أثمان أخشاب النجارة والبناء .

و يعلم الكل أن مصر تعتمد — فى الغالب — على الخارج فى جلب أنواع خشب النجارة والبناء. فيستحسن السعى للاستغناء عن الأسواق الأجنبية بالحصول على هذا النوع من الخشب فضلا عن حسن الطقس وأن كل مالك فى أرضه يحتاج اليه والى خشب الحريق .

فلو قام الملاك بغرس أشجار الغابات فى جزء عظيم من أراضيهم لأمكنهم باستغلال أخشابها أن يقتصدوا من مصاريف الأبنية التى يشيدونها. ففى أى أطيان زراعية مثلا — يقتضى تركيب آلات لريها و يمكن ادارة هذه الآلات بأخشاب الحريق الناتج من التقليم المتتابع للأشجار .

على أنه رغبة فى الحصول على غرس ذى ربح يجب أن تهمل الفكرة السائدة الآن وهى فكرة غرس الأشجار على جانبى الطرق العمومية والترع بحجة استغلالها اذ لم تكن بحجة التظليل من حرارة الشمس إذ أنها عقيمة وقلما تأتى بنتيجة عملية محسوسة .

ويحسن بالملاك تخصيص بقع معينة من أملاكهم لزراعة الغابات و يتبع فى غرسها كافة الطرق المستعملة فى أنحاء المعمورة للحصول منها على أقصى الفائدة الممكنة وعليهم ترتيب زراعتها بطريقة تكفل لهم عدم حدوث أى عطل فى استغلالها .

فلو أراد مالك مثلا غرس غابة من شجر السنط الافرنكى (المسمى باللاتينى — روبنيا) وهو الذى تقطع أشجاره بعد زرعه بستة سنوات . يجب عليه أن يغرس فى كل سنة جزءا من الأرض بقـدر ⅙ مساحتها حتى أنه عند ما يبتدئ بقطع أخشاب الأشجار وبيعها (بعـد اتمام غرس الأرض كلها) لا يحدث أى عطل فى استغلال المحصول اذ تقطع فى كل سنة الأشجار المغروسـة فى جزء واحد من الأجزاء الســتة . و فى السنة السادسة عنـد ما يقطع أشجار الجزء الأخير تكون أشجار الجزء الأول قد عادت فبلغت تمام نموها وأصبحت صالحة للقطع فى السنة التالية وهكذا .

وقد يعترض البعض بدعوى أن الزراعة التى تحتاج الى انتظار سـتة سنوات لاستغلالها ليست ممـا يرغب فيها كثيرا ولكن ذلك لا يمنع صاحب الزراعة من القيام بتقليم الشـجر (قطع الأغصان) ابتداء من السنة الثالثة والحصول منها عروق خشب تباع بأســعار معتدلة فضــلا عن أن تقليم شجر السنط الافرنكى بعد السنة الأولى يأتى بكمية كبيرة من الوقود تباع بثمن حسن .

وتمتاز زراعة الغابات عن الزراعات العادية لكونها لاتحتاج الى الانفاق إلا فى السنة الأولى عند البدء بها . أما بعد ذلك فتكون النفقات زهيدة وتتناقص من ســنة لأخرى واذ ذلك لا يبقى أدنى لزوم لعزق الأرض وحرثها وريها فضلا عن أن الأرض الممكن استخدامها لهذه الزراعة يكفى أن تكون قليلة الخصب خفيفة الطينة (وهى التى لا تصلح لزراعة القطن) .

و يجب مراقبة الأشجار أثناء نموها حيث تجعل رأسية دائما فى اتجاه النمو . ومن الممكن تقليل هذه المراقبــة بغرس الأشجار متقاربة فتتزاحم متبعة سُــنّة النمو وتُتجه معتدلة الى العلاء حيث الهواء والنور ونظرا لتلاصقها لا تمو أعضاؤها الجانبيــة نموا يؤثر فى الأشجار الأخرى . أما جزوعها الأصلية فتظل معتدلة ومصقولة تزيد فى قيمة خشبها زيادة كبرى .

وتلاحظ الإرشادات الآتية :

١ — لا ينبغى قطع الأفرع الجانبية عند ما تكون الشجرة صغيرة حتى لا تُتجه المـادة المغـذية الى قمة الشجرة فتكبر هذه القمة وتصير ثقيلة لاتقوى جذع الشجرة الضئيل على حملها فتنحنى .

٢ — لا يجوز ترك ساق الشجرة الأصلى يتفرع الى فرعين قبل أن يصل جزعها الى الارتفاع المراد حصوله اليه .

٣ — عند قطع أى غصن يجب فصله فصلا تاما .

٤ — عند بلوغ الجزع للارتفاع المطلوب تقطع رأس الشجرة بطريقة تجعل المادة الغذائية تعود الى الجزع فتزيد فى نموه وثخانته .

٥ — يفضل قطع الأشجار فى فصل راحة المادة الغذائية . وفيما يختص بالأشجار الدائمة الاخضرار يحسن قبل قطعها بقليل شق جزعها شقا مستديرا بقدر سمك سنتيمترين وعلى ارتفاع ٢٠ سنتيا من الأرض .

٦ — يجفف الخشب المقطوع فى الظل بالطرق المعلومة .

أسماء الموانئ المختلفة للبلاد الأجنبية التى نستورد منها أخشاب النجارة والبناء

(بلاد نروج) خرستيانيا " أوسلو " — درامين — فردريكستاد .

(« أسوج) جوذنبرج — سودرهام — چيفل — سندروزال — استخلم .

(« ألمانيا) مميل — دانتزيج — استتين .

(« الروسيا) بتروغراد — آرخانجل — ريغا — أونيغا .

(« الطونه) غالاتز .

(« أميركا) كوبك — سان چونس — ريتشيكتو — شيدال — ميراميكيو .

والجدول الآتى يبين كافة أنواع الأخشاب المستعملة فى أعمال النجارة والبناء بالقطر المصرى ومقاسات كل نوع بالبوصة والسنتيمترات وكيفية المبيع فى مغالق التجارة ونوع الاستعمال المعدة له .

جـــدول الأخشـاب

أنواع الأخشاب	المقاسات بالسنتيمتر والبوصة			المبيـــع والاستعمال
	عرض	سمـــك	طـــول	
كمر قرو	٣٠ — ٥٠س	٣٠ — ٦٠س	٣٫٥ — ٦ متر	هى أعتـاب (قاويشات) من خشب البلوط الاحمر لونه بنى متوسط اللون يباع بالقدم المكعب .
ألواح قـرو	٢٥ — ٤٠	٥ — ١٥	« «	ألواح مشقوقة من القاويشات تبـاع بالقدم المكعب .
كلل غرغاج	٨″ — ١٥″	٨″ — ١٥″	٩′ — ٢٥′	قاويشات من خشب الدردار لونها بنى فاتح تباع بالقدم المكعب .
ألواح حور	٢٠ — ٣٠	٣ — ٨	٤ — ٦	من خشب الزيزفون وارد تركيا بلون أبيض ووارد أوربا بلون أحمر وردى فاتح خفيف الوزن يستعمل فى أعمال الزخرف (أويمة) ويباع بالقدم المكعب
ألواح جوز سالونيكى	٢٧″ — ٥٤″	٥ — ٦	٣ — ٤	لونه بنى غامق صلب متـين يستعمل فى أعمال الزخرف والخراطة والتكسيات ويباع بالقطعة أو القدم المكعب .
« « أميركى...	١٠″ — ١٦″	١″ — ٢″	« «	
بلوط: سهم بلوط مفـرد	٤ — ٥	٤ — ٥	٣٫٥ متر	قطع من خشب البلوط تباع بالقطعة او القدم المكعب تستعمل فى أعمال النجارة الداخلية خصوصا التكسيات وتغطية وجاقات التدفئة الخ
بلوط: سهم دقمـاق	٩ — ١٠	٨	٤	
بلوط: سهم بندارى	١٠ — ٢٠	١٠	٤٫٥	
بلوط: ألواح... ...	٤ — ١٢	١″ — ٣″	«	
بلوط: مجوز المجوز ...	٢٠	٣ — ٣٫٥	٥ — ٦	« «
ألواح بلوط قاطرجه مجوز الأده	١٨ — ٢٠	٢ — ٣	٥ متر	« «
سهم مجوز المجوز ...	٦ — ٨	٦ — ٧	٣٫٥	أعتاب ومدّادات تباع بالقطعة
سهم ثلثاى بايجات...	٨ — ١١	٨ — ١١	٤٫٥	«
بايجـات كاملة ...	١٤ — ١٦	١٤ — ١٦	٥ فما فوق	«
سهم ثلثاى طبان ...	٢٢ — ٢٤	٢٢ — ٢٤	٥	«
طبان كامل	٢٤ — ٢٧	٢٤ — ٢٧	٧	«
بردويز مجوز الأده ...	٧ — ٨	٧ — ٨	٥	«
« « المجوز ...	١٢	٨	اكبر من ٥ متر	«
قرينـة قرو	١٠ — ١٢	١٠ — ١٢	٥ متر	«

(تابع) جدول الأخشـاب

أنواع الأخشاب	المقاسات بالسنتيمتر أو البوصة			المبيـــع والاستعمال
	عرض	سمـــك	طـــول	
قاويش ماهوجنى ...	٣٠ — ٥٠	٣٠ — ٥٠	٣,٥ — ٨	أعتاب ومدادات تباع بالقطعة .
« تك	»	»	٣,٥ — ٦	»
ألواح كومبلك ...	١٥ — ٢٥	٢ ½ — ٣	١,٥ — ٢	من خشب السرو من تركيا تستعمل فى ابواب منازل القرى والعزب الفلايك ترد ملتصقة ببعضها لغاية ٥ ألواح
لاطه صفراء	١٥ — ٢٢	٧ — ١٠	٣ — ٦	سميت صفراء لتشبعها بالمادة الراتنجية وتستعمل أعتابا وكلا للسقف وتشق ألواحا لعمل الابواب وأنواع الوزرات والتجاليد والتكسيات، تباع بالقدم المكعب .
لاطه زرقاء	»	»	»	تستعمل كسابقتها وتشق الى براطيم تباع بالقدم المكعب وهى وسابقتها تردان من بلغاريا .
لاطه أداملك	٧ — ١٢ س	٧ — ١٢	لغاية ٣ متر	قطاعها مربع وتستورد من غابات البانيا بالبلقان وتستعمل خوازيق فى التأسيس وفى صلب المبانى والأعتاب المختلفة وتباع بالقدم المكعب .
لاطه بلطة	١٠″ — ١٦″	٣″ — ١٦″	لغاية ٤ متر	ترد من تركيا تستعمل فى صلب المبانى وعمل أعتاب وشدادات للكبارى وخوازيق للتأسيس وتشق الى ألواح وتباع بالقدم المكعب .
لاطه نشير	٦″ — ١٠″	٣″ — ٨″	٤ — ٤ ½ متر	ممكن شق هذه الأعتاب لعمل مدادات ذات قطاع من ٣″ — ٤″ وتسمى مشقوقة الأدة بالقدم المكعب .
لاطه قطران	١٨ — ٢٠	١٥	٢ — ٣ متر	تعمل من نوع من خشب البلوط الأناضولى الأحمر أعتابا للأبواب وخلافها .

(تابع) جدول الأخشـــاب

أنواع الأخشاب	المقاسات بالسنتيمتر أو البوصة			المبيـــع والاستعمال
	عرض	سمـــك	طـــول	
سبيونه زان	٤"	٤"	١٢'	خشب الزان لونه سنجابى محمر قليلا تختلف تسميته بحسب مقاساته كما هو موضح بيمينه وهو خشب متين يستعمل فى الحالات التى يحتاج فيها لصلابة كبيرة فى الأعمال المعمارية خلافا لاستعماله فى أعمال الموبليات وتوجد بالبعض عيوب تسمى بالحيض عبارة عن بقع مائية ويباع بالقطعة .
مربوعه زان	٣"	٣"	١٢'	
سهم زان	٤"	٤"	١٥'	
ألواح زان...	١٢" — ٢٠"	١/٢" — ١ ١/٢"	١٠' — ١٢'	
نصف سبيونه زان...	٤"	٤"	٦'	
كمرة كاملة علايه ...	٢٠ — ٣٠	١٦ — ٢٠	٧ — ١٠ متر	أعتاب مختلفة المقاسات من أنواع مختلفة للخشب الكمانى (القرمان) تستعمل فى صلب المبانى والتعتيب والتأسيسات ويباع بالقدم المكعب .
ثلثاى كمرة « ...	٢٠ — ٢٥	١٢ — ١٥	٦ — ٧ متر	
نصف « « ...	٢٠ — ٢٥	١٢ — ١٤	٤ — ٤ ١/٢ متر	
سقالة « ...	٢٠ — ٣٠	١٠ — ١٢	٧ — ٨	
لوح ورقة...	٦" — ١٦"	١/٢"	٤٫٠٠ متر	يستعمل فى النجارة الغير دقيقة وفى تلقيم السقوف وعمل الدروات ويباع بالبوصة نسبة لعرض اللوح .
لوح بندق...	٦" — ١٩"	٣/٤"	٤٫٠٠ متر	وهو نوعان تقليد وموسكى والأخير أحسن ويسمى كرستا والتقليد يسمى كرنتا ويستعمل فى الحشوات ويباع كسابقه .
لوح لاتيزانة	٦" — ١٦"	١"	٤٫٠٠ متر	لونه أبيض يستعمل فى نجارة الأبواب والشبابيك من برور ومضاهيات وحشوات ويباع كسابقه .
لوح المازه	٦" — ١٦"	١ ١/٤"	٤٫٠٠ متر	يستعمل فى أنفاذ درج السلم وحلوق الشبابيك ودابر وتجليد وحشوات ورؤس ووزرات وأفمام الأبواب ويباع كسابقه .
لوح موسكى	٦" — ٩"	١" — ٤"	٥' — ٣٠'	يعمل منه عظم الأبواب والشبابيك والحلوق وأنفاذ السلالم والدرج ويزداد سمكه ١/٤" ويباع بالقدم المكعب .

(تابع) جدول الأخشاب

أنواع الأخشاب	المقاسات بالسنتيمتر أو البوصة			المبيع والاستعمال
	عرض	سمك	طول	
لوح مفرز	٤″ — ٦″	١/٢″ — ٣/٤″	٩´ — ١٦´	مفرز جاهز ذكر وأنثى ساده أو بسطوم أو نصف على نصف او بسداية يعمل للأرضيات .
كتل عزيزى	٩″ — ٧″	٧″ — ٩´	٤ — ١٣٠متر	يعمل منها حلوق أبواب وشبابيك وأساطيم أبواب وأفخاذ ودرج السلم وخوازيق للتأسيس ويباع بالقدم المكعب .
مورينة مفرد	٢″ — ٢ ١/٢″	٢″ — ٢ ١/٢″	٤ متر	تستعمل كبرامق خفيفة للدرابزينات وعلف للأرضية وفى الخراطة وهى وأخواتها من فصيلة الخشب الأبيض وقطاعها مربع وتباع بالواحدة .
مورينة مجوز	٣ — ٤″	٣″ — ٤″	٤ متر	تستعمل كقوائم للحواجز البغدادلى والدرابزينات الخشبية والخراطة تعمل برامق وبابات للسلم ومدادات أيضا وعلف للارضيات الخشبية وتباع بالواحــدة .
نصف مورينة ...	٢″ — ٤″	١″ — ٢″	٤ متر	هى مورينة مربعة مشقوقة نصفين وتستعمل فى الأعمال الخفيفة حسب مايقتضيه نوع الشغل وتباع بالواحدة .
البغدادلى	١″	١/٢″	٢ — ٤ متر	فروع مشقوقة من ألواح لتلقيم السقف وعمل الحواجز السويسى ولا تُمسح بالفارة وتستعمل فى تغطية عبوات العقود ويباع بالربطة فالرفيع ربطته ٥٠ عودا والسميك ٢٥ عودا .
الشيشة	نصف دائرة	قطرها ١/٢″	٢ — ٤ متر	يستورد ممسوحا جاهزا ويباع بالربطة يستعمل لتغطية مظلات الشبابيك والتكاعيب والحيشان والفيراندات الخ.

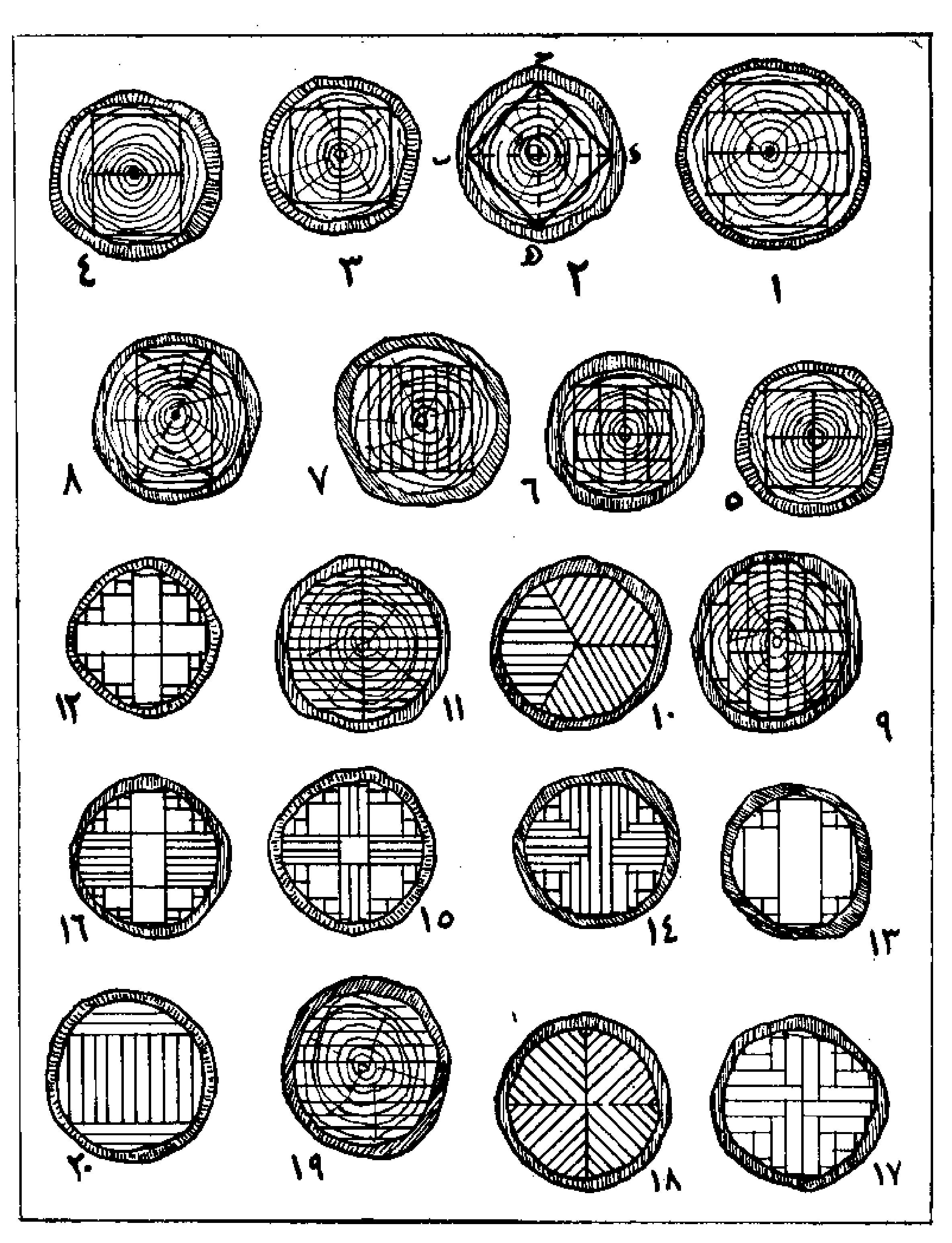
(تابع) جدول الأخشـــاب

أنواع الأخشاب	المقاسات بالسنتيمتر أو البوصه			المبيـــع والاستعمال
	عرض	سمـــك	طـــول	
عرق فليرى	٤″ — ٥″	٣″ — ٤″	١٨′ — ٣٦′	تســتعمل العروق فى أعمـــال نصب الصقائل المؤقتـة وأعتاب الفتحات والصاب وعمل الســقوف للحجرات وتعمل دساتر للابواب والشبابيك، ومن الانواع الأســدغلى والكرمانى والســلطانى والاســلامبولى ، يباع التنوب والمسكوبى بالقدم المكعب و يعرف العرق بتسميته بطوله .
برطوم تنوب	٦″ — ١١″	٥″ — ٩″	١٥′ — ٤٢′	
عرق مسكوبى ...	١٩ — ٢٢	١١ — ١٣	٤ — ٨½ متر	
كمر بلغار	١٨ — ٢٥	١٠ — ١٥	لغاية ٦ متر	يستورد من بلغاريا وهو أنق وأنظف أنواع الكمر ويستعمل فى عمـــل السقوف لتغطيته وتُمســح براطيمه وتدهن بالبوية أحيانا .
الكمر العزيزى... ...	٣٠ — ٣٥	٢٠ — ٢٥	٤ — ١٢ متر	طول الكمرة الكاملة ١٢ مترا والثلثاى ٨ والنصــف ٦ متر والثلث ٤ متر ويستعمل فى صاب المبانى و براطيم للسقوف وشـــدادات الجملونات وفى خوازيق التأسيسات وأعمــدة الكبارى وكافة أنواع الاعتاب ويباع بالقــدم المكعب ويمكن شق الكمرة الواحدة .

نشر الأخشاب لاستعمالها فى النجارة والبناء

تُجهّز الأخشاب قبــل الاستعمال لعمليات النشر والتبخير والتجفيف بحيث يتحصــل منها على مربوعات وكَمَل وبُلَط وألواح مختلفة ومراين وشرايح رفيعة تسمى بالبغدادلى والشيشة ، وتُنشر بأى الطرق الميكانيكية الحديثة أو بواسطة المناشير النقالى .

ومبين (بشكل ١٠٣) رسوم مختلفة لتوضيب الشجرة الى القِطَع المختلفة المراد الحصول عليها من هــذه الشجرة ، فالرسم ١ يبين قطاع شجرة قطرها التقريبى ٣٥ سنتيا وقد رسم على قطاعها أكبر عدد



(شـــكل ١٠٣)

من البراطيم ممكن الحصول عليه، فأُخذ برطومان من عند القلب مقاس كل منهما ٩" × ٣" وتحصلنا من الأجناب على برطومين أخريين بمقاس ٧" × ٢" وأما الأجزاء الباقيــة فتنشر الى مراين رفيعـة أو الى أنصاف مراين .

ويبين الرسم ٢ قطاع شجرة تحصلنا منها على أكبر مربع ممكن بالطريقة العملية اللازمة لذلك وهى :

نبحث عن مركز قطاع القطعة المذكورة وليكن ا ثم نرسم منـه القطرين عمودين على بعضهما مثل ء ب ، حـ هـ ثم نصل الأضلاع الأربعة ب حـ ، حـ ء ، ء هـ ، هـ ب فيحدث المربع المطلوب . واذا كان المطلوب معرفة مقدار ضلع أكبر كتلة مربعة ممكن أخذها من شجرة محيط جذعها ١٫٨٨ مترا مثلا فتتبع الطريقة الآتية :

يرمز بالرمز س لضلع المربع المجهول

، « ن لقطر المحيط المعلوم .

∴ ن = ١٫٨٨ / ٣٫١٤ = ٠٫٦٠ مترا .

∴ نق = ٠٫٣٠ «

ويكون س = √(٢ نق²) = نق √٢ = ٠٫٣٠ √٢

∴ س = ٠٫٤٢ مترا .

أو أن نسبة ضلع المربع المرسوم داخل دائرة الى نصف قطرها كنسبة √٢ الى ١

فيكون س : ٠٫٣٠ :: √٢ : ١

∴ س = ٠٫٤٢ مترا .

وأحيانا نتحصل على مربع اعتيادى مقسوم نصفين كما بالرسمين ٣ ، ٤ أو يكون المربع مقسوما لأربعـة مربوعات كما فى الرسم ٥ أو يقسم الى ستة عشر مورينة مثـل ما فى الرسم ٦ ، واذا شُقّت الشجرة الى ألواح فتؤخذ الألواح من أجمد قطاع مثل المبين بالرسم ٧ ،

ولتعيين اجمد قطاع لمستطيل من قطاع شجرة فنرسم أىّ قطر لقطاع الشجرة المذكورة ونقسمه ثلاثة أقسام متساوية ونقيم عمودا من أوّل قسم فى القطر المذكور حتى يقطع العمودُ محيطَ الشجرة ويعمل كذلك من القسم الثـانى فقط فى اتجـاه مضادّ للأوّل فيقطع محيط الشجرة فى نقطة أخرى فنصل هـذه النقطة وكذلك النقطة الأولى لكلٍ من نهايتى القطر فيكون الشكل الحـادث هو أكبر مستطيل ممكن الحصول عليه مثل ما هو مبين بالرسم ٨ ، وتبين الرسوم الباقية من ٩ الى ٢٠ أحوالا مختلفة لقَطْع أنواع متباينة من أجناس الأخشاب .

الدهان بالبويات

الخـــواص العـامة لأنـــواع البـــويات

تستعمل البويات لدهان أوجه المواد الانشائية وتغطيتها لصيانتها باعتبارها مادة واقيــة لها من من التأثيرات الجوية أو خلافها ، أو يمكن اعتبارها كأنها مادة استعملت من أجل إخفاء لون المــادة الانشائية الحقيق بلون آخر يزيدها رونقا وبهاء .

وأصل البويات إما عضوية أو معدنية أو اصطناعية ويتوقف عمر الدهان على أصله الكيميائى وعلى نسب مركّباته وعلى مقدار نعومته ونعومة جزيئات المواد التى استعملت لإنتاجه .

العنـاصـــر

تتركب البوية من شيئين رئيسيين وهى مادة اللون نفسها أى القاعدة التى تحدث صيانة المواد المطلاة بالبوية ، ثم السائل أى الزيت الذى يدور فيه اللون فيصير الناتج سائلا معلق فيه القاعدة التى تتأكسد وتنتج طبقة رقيقة "فلمية" تربط الجزيئات الصغيرة لهذه القاعدة مع بعضها . وأنواع هذه الزيوت هى النيء والمستوى ، وهنـاك زيت النفط المعروف بالسكاتيف بأنواعه السائلة الأبيض والأسود وكذا الأبيض المسحوق ، ويضاف هذا السكاتيف على بويات الزيت لسرعة جفافها .

الخـــواص

يجب أن يكون الزيت قادرا على الجفاف من نفســه بعد تعريضه للجو ، ولذا فيجب أن يكون ذا صلابة وليونة بينما نجد أن القاعدة "اللون" مدينة بقدرتها على ذلك الى كل من القدرة الكيميائية والنعومة والشفافية .

القدرة الكيميائية — يحدث تفاعل كيميائى بين كل من القاعدة والسائل الزيتى ولا يمكن لطبقة الزيت فى البوية المدهونة منها سطوح الأجسام أن تقى هــذه الأشياء المدهونة ولا يمكن للقوة التى فى طبقة الزيت هذه أن تمنع حصول التغيير الكيميائى أو الطبيعى فى القاعدة "اللون"، ولنضرب لذلك مثلا . فان بوية أبيض الزنك تتأثر من مياه الأمطار التى تحتوى على ثانى أوكسيد الكربون وبذلك يتحلّل أبيض الزنك ولذا فيحسن استعماله من الداخل فى البلاد التى يتحد فيها ثانى أوكسيد الكربون مع مياه الأمطار مثل البلاد الصناعية . ولنمتحن بوية الاسفيداج البندقى وهى أبيض الرصاص النقى فان لونها يتأثر ويميل للسواد من الهواء الجوى فى الأماكن التى يكثر بهوائها الايدروجين المكبرت .

النعومـــة — تزداد قوّة تَحَمُّل القواعد وتعمر طويلا كلمـا كانت جيـدة السحق كالهباء ، ولو عُمل قياس ثابت للنعومة فى أنواع جواهر الدهان لاستغنينا بذلك عن ذكر مواصفات كل نوع بأن يكون جيد السحق الخ .

وكتبت مجلة (The Builder) عام ١٩٠٦ نتائج تجارب أميركانية فقد ذُكر فيها أنه كلما كانت جزيئات جواهر الدهان ناعمة كلما عمرت البويات المصنوعة منها طويلا ومُثّـل لذلك بنوعين كان قطر الجزيئة من أحدهما ٠٫٠٠٨ من البوصـة ومن الأخرى ٠٫٠٠٠٤ من البوصة فوُجد أن الأخير يعمر ضعف ما يعمره الأول تحت نفس الأحوال والظروف .

الشـــفافية — يُعطى الدهان قواما يمكن معرفته من طلاء لوح زجاج والنظر منه الى الضوء وهذه أدق طريقة يمكن بها الحكم على شفافية البوية خصوصا اذا كانت المقارنة بين نوعين من اللون بدرجة نعومة واحدة .

وليس لهذه الخاصية دخل فى مدّة ما تعيشه البويات، كذلك ليس لكثافتها دخل أيضا، فكم من لون أقل شفافية ومعتبر أنه نوع جيد ويكون ذا كثافة أقل من نوع آخر والبوية المصنوعة منه تدهن مسطحا أكبر من النوع الآخر . فقوام بوية أبيض الزنك أقل درجة من بوية أبيض الرصاص غير أن الأخيرة تدهن مســطحا أكبر وكثافتها أخفّ من الأولى، ويلاحظ أنه اذا عملت بوية من جواهر دهان خفيفة وزيت ذى كثافة وميوعة قليلتين فتعتبر هذه البوية من الطبقة الأولى .

الزيـــوت

الزيوت المستعملة فى البويات هى النباتية الأصل مثل زيت بذر الكتّان الحر وزيت الزيتون، أما الزيوت المعدنية فهى مثـل زيت النفط . فالزيوت النباتية هى مركبات الكربون والايدروجين والأوكسجين وتكون مخلوطا معقد التركيب من أملاح أحماض عضوية (كربونية) ويتحصـل عليها من حبوب النباتات بوساطة عصرها ، وتتغير بعد تعريضها للجوّ، فبعضها يجف تمـاما اذا فرش على هيئة طبقات رقيقة وبعضها لا يجف .

واذا سُخنت الزيوت المذكورة مع مواد قلوية مثـل الصودا الكاوية فانهـا تتحول الى جلسرين وصابون ويقال لها أنها تتصبن . والزيوت النباتية الصالحة هى التى تجف فقط عنـد تعريضها للجو بهيئة طبقات رقيقة وأحسن نوع منها هو زيت الكتّان الحرّ، وهو نوعان نىء ومستوى :

الزيت النيء — أجود هـذه الزيوت ما كان واردا من جهات البلطيق وهو المعصور على البارد، واذا عصرت البذور وهى مسخنة لدرجة غليان المـاء فانه يتحصـل على كمية أكثر من الزيت غير أن هذا النوع يقل فى القيمة ، ولون هذا الزيت أصفر ضارب الى الخضرة وكثافة ٠,٩٣ [١]

الزيت المستوى — ويسمى الزيت المغلى وهو سريع الجفاف حيث بغليانه تقـل ميوعته ويقتم لونه، واذا نفخ فى الزيت أثنـاء غليانه فانه يتجمد ويجف . ويعيش طويلا عن الزيت النيء وكثافة ٠,٩٤٥ ، واذا فرش منه على لوح من الزجاج فانه يجف فى مدّة تتراوح بين ١٢ و ٢٤ ساعة بخلاف النيء الذى يجف فى يومين .

ومعظم استعمال هذا الزيت هو فى الألوان القاتمة، غير أنه بتأثير البخار وحامض الكبريتيك عليه ثم رجّه بالمـاء لازالة الحمض منه يصير لونه فاتحا ويمكن استعماله مع الألوان الفاتحة .

زيت بذرة القطن — لون هـذا الزيت أحمر ومن السهل تغييره بوساطة مواد قلوية ويحتوى هـذا الزيت على مواد قابلة للتصلب بسهولة غير أن البوية المصنوعة منه تكون ثقيلة ولذا فيجتنب اسـتعماله . كذلك يجتنب اسـتعمال الزيت الراتنجى وزيت خشب الصين ولو أنهما يباعا تحت اسم ورنيش .

الزيوت الملينة — وهى التى تضاف الى البويات لجعلها خفيفة سهلة التشغيل بالفورشة ، وحيث أنه كلما كانت البوية مائعـة كثيرا كلما كبر مقـدار المسطح المدهون منها فمن المحتمل غش البويات باستعمال هذه الزيوت، وهى تتطاير تمـاما أثناء جفاف الدهان :

الطرابنتينا — وهو أهم الزيوت الملينة التى تزيد فى ميوعة البويات حين اضافتها عليها ويتحصل عليها من تقطير الراتنج الصمغى المجموع من أشجار الصنوبر أو من تقطير السوائل المستخرجة من تسخين متخلفات الأشجار المذكورة وهى مزيج ايدروكربونات ومعظمها ذات الدلالة ك١٠ يد١٦ . ورائحة الطرابنتينا راتنجية منعشة اذا كانت خاليـة من المغشوشات وتتطاير عند تعريضها للجو تاركة وراءها أثرا بسيطا متصلبا .

وأحيانا يستعاض عن الطرابنتينا بزيوت قليلة القيمة مثل روح الراتينج والنفتا والبنزين والبترول .

---

(١) ورد فى كتاب الكيمياء للمهندسين والمنتجين
Blount. & Bloxam, Chemistry for Engineers & Manufacturers,
أن مركبات هذا الزيت أملاح عضويه جلسيرينية :

جليسيرول ايزولينو لينيات ... ... ك٣ يد٥ (ك١٧ يد٢٩ ك أ أ)٣ ٦٥ ٪
لينو لينيات... ... ... كسابقتها فقط بتركيب مختلف ١٥ ٪
لينو ليات ... ... ك٣ يد٥ (ك١٧ يد٣١ أ أ)٣ ١٥ ٪
أو ليات ... ... ك٣ يد٥ (ك١٧ يد٣٣ ك أ أ)٣ ٥ ٪

الـــورنيش

الورنيش عبارة من محلول الراتنج الطبيعى فى الزيوت أو الكحول ويستعمل على العموم كطبقة دهان نهائية على المشغولات المدهونة بالبوية أو المصبوغة بالألالينة وأحيانا يدوّر الورنيش مع البوية كما فى حالة اللاكة « إينامل » ويتميز الورنيش بجملة أوصاف مثل المرونة والصلابة واللمانُ والشفافية والقوام وخلوه من أى لون وكذلك سرعة جفافه، ويمكن التحقق من كل ذلك بمقارنة أى نوع من أنواع الورنيش مع ورنيش أصلى حرّ وذلك بتجربتها على لوح من الزجاج . ويُعرف الورنيش الجيد بأنه بعد جفافه لا يمكن تخطيطه بالأصبع ولا يتشرخ من الضرب عليه بل يكون قشرة صلبة مرنة .

الورنيش الراتنجى — كلما كانت أنواع الراتنج "المذابة فى الزيوت لعمل الورنيش" صلبة لامعة عديمة اللون كلما كان الورنيش جيدا . وأصل الراتنج مادة عضوية "نباتية" تستخرج إما من الأشجار أو من تأكسد الطرابنتينا ، وهى أجسام صمغية شفافة، منتظمة الشكل ثابتة القوام مندمجة ودالّة الراتنج الكيميائية هى (ك$_{١٠}$ يد$_{١٦}$) ولو أنه يسمى خطأ بالراتنج الصمغى حيث أن الدالّة الكيميائيـة للصمغ هى (ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ أ$_{٥}$) وأن الصمغ يذوب فى المـاء والكحول ويرسب فى الأخير بخلاف الراتنج فإنه رغم عدم قابليته للذوبان فى المـاء فتوجد منه أنواع تذوب فى الكحول .

ومن الورنيش الراتنجى : القاتم والأبيض، ويحتوى الأول على ٥٥ ./ من خلاصـة الطرابنتينا و ٢ ./ من المـادة المعدنية المركزة «رماد» ، أما الثانى فلا يكون فيه أكثر من ٤٥ ./ من خلاصة الطرابنتينا ولا أكثر من ١ ./ من المـادة المركزة . ومن أنواع الورنيش ، ورنيش فلاتنج، كوپال بأنواعه المختلفة ، كرستال ، ورنيش سبرتو على جميع الألوان . وورنيش البوية مثل ورنيش لاكيه وإنامل وورنيش جوپون أسود وورنيش للأرضية من مختلف المـاركات .

الألوان

تنقسم عناصر الدهان الملونة الى قسمين أصلية وفرعية : فالأصلية أهمها الأبيض الزنك والأبيض النقى وأبيض شيروز . والأحمر المغرة والأحمر تراب سينا وأحمر لاكه ، وأحمر كارمينا وأحمر زنجفر ، وأحمر سلاقون وأحمر لعـلى وأحمر برونزويك . والأخضر الفرنسى والانجليزى وأوترمالى . وأصفر كروم وأصفر زرنيخ، وأصفر أهرة وأصفر تراب سينا ، وأصفر برتقـالى وليمونى وكزنى . والطينة النيئة والطينة المستوية والطينـة المحروقة . والأزرق النمساوى أو البروسيانى وأزرق أوترمالى وأزرق لوز ورد . وأسود هباب وأسود عظم وأسود حبر .

والبرونز وهو تقريبـا على جميع الألوان أهمها الذهبي والفضي وأوراق الذهب الحقيق ثم أوراق البرونز والفضة والألمنيو . والاسفيداج البلدى والبندق والنمساوى .

وتُستعمل جميع الألوان التى ذكرناها فى بويات الزيت والورنيش والغراء والجير، ما عدا لون الأسود الهباب والأحمر الزنجفر فإنهما لا يستعملان فى بوية الجير لعدم اتحادهما بالمـاء. أما الألوان: الأحمر لاكه والأخضر الانجليزى والأخضر الفرنسي والأزرق النمساوى فتتحد مع الجـير إلا أن لونها يتغير ويحترق . أما السلاقون فيستعمل فى دهان وجه البطانة للشغولات الحـديدية باستعماله بوية مع الزيت ويعتبر طبقة واقية للحديد من التأكسد .

العِــدَد وصـــيانتهـا

(١) الفُــرَش — وهى على أنواع كثيرة فمنهـا ما يستعمل فى الجـير ومنها للغراء وللزيت وللورنيش ، ومضاهاة الأخشاب والرخام والمستريكات ، والدّق والتذهيب ، وفرش للغســيل . ويلاحظ ربط فرش الزيت والغراء والجير بالدوبارة قبل العمل وهى جديدة وذلك لحفظ الشعر من السقوط، وتغمس فى المـاء لمدة خمس دقائق على الأقل ومن ثم يُصَفّى منها المـاء .

(٢) السكاكين — وأهمها ما يستعمل فى المعجون وهى بمقاسات مختلفة حسب عرض الحدّ الذى يختلف مقاســه بين ٢ و ١٢ سنتيمترا ومنها ما يستعمل فى جمع "لم" البويات من فوق الرخامة، وما يستعمل فى تدوير الألوان على الپالتة، وما يستعمل فى قطع أوراق الذهب، وسكاكين لتنظيف الكَيزان .

(٣) الپـالِتّـــة — عبارة عن قطعة رقيقة من الخشب الجوز أو الصينى تكون مستطيلة الشكل أو بيضاوية بسمك نحو الخمسة ملليمترات .

(٤) المســطرة — وتستعمل لعمل المستريكات وهى من الخشب . والمسند — وهو من الخشب ويستعمل فى ضبط اليد .

(٥) الطاولة والفهر — ويكونان من الرخام أوالبللور ويستعملان لسحق وتدوير البويات .

(٦) أدوات أخرى مثل مخدّة الذهب بلوازمها والمساتيل والكيزان والسلالم الخ .

وتُغســل أقلام النقش بالزيت النفط أو غاز البترول غير أن الغسيل بالنفط يكسبها صلابة وهو مفضّل عن الثانى . أما فرش الدهان فاذا استغنى عن العمل بها فتغسل كما سبق وإلا فتحفظ فى المـاء حتى قبل الحِلْبة اذا أريد استئناف العمل .

أما المساتيل والكيران فتوضع فى البوتاس الذى نسبته الى المـاء كنسبة ١/٢ لمدّة يوم أو أكثر من يوم . وتمسح البالتة بغاز البترول وكذلك المساطر. أما الرخامة والفهر فتغسلان بالبوتاس والمـاء . وتغسل فرش الجير والغراء بالمـاء عقب انتهاء العمل مباشرة .

الجـــــير

الجير المستعمل فى الدّهان هو المسمَّى بالجير السلطانى ذو اللون الأبيض الشاهق . وتطفأ الكمية المراد طفئها داخل برميل أو صفيحة بها المـاء الكافى لطفى الجـير المذكور وذلك بأن ترمى قطع الجير بانتظام بحيث لايكون قطعتان فوق بعضهما و ينتظر حتى ينتهى الغليان (الفوران) و يعادل رمى قطع الجير بانتظام وهكذا حتى النهاية ثم تُصَبُّ عليه كمية قليلة من الزيت النيء عند آخر الفوران و يترك حتى يبرد ثم يجرى العمل .

ولأجل عمل البوية منه : يؤخذ جزء منه و يوضع داخل صفيحة و يضاف عليه المـاء ويحـرك حتى يصير مثل (اللبن الحليب) ثم يضاف عليه اللون المراد تلوينه به بعد تدويره فى إناء آخر و يضاف للمجموعة جزء من الملح أو الشبة المغلية مع المـاء على النار وذلك لتماسك اللون على الحائط .

ملحوظـات :

(١) توضع الشبة على الجير للنظافة و إذا كانت الحوائط رطبة وعليها أملاح . و يضاف الملح فى أحوال خلاف ذلك . و يجب قبل بدء الشغل تصفية الجير جيدا من منخل سلك .

(٢) واذا كانت الحجرة المراد رشّها بالجير لم تدهن من قبل فيصير تلقيطها بالمعجون إذا كانت غير مستوية و يصير دهانها وجهين بطانة وظهارة .

(٣) وإذا كانت الحوائط سبق دهانها فيجب إزالة الطبقة القـديمة بحكّها بواسـطة السكين أو فورشة و يصير رشها (دهانها) وجهين هذا اذا كانت مبيضة بمونة جير وجبس .

وأما إذا كانت مبيضة بمونة جير ورمل فلا تزال الطبقة القديمه بل تُنَظَّف الحائط بقدر الامكان .

(٤) فى عمل بطانة التفريش بالجير والشبة أو الملح يكون اللون أكثر ميوعة منها هو فى الظهارة ويكون عمل الفورشة رأسيا فى البطانة وأفقيا فى الظهارة .

(٥) لا تُعمل البطانه الا إذا جف المعجون ولا تُدهن الظهارة إلا اذا جَفَّت البطانه وذلك لعدم تشويه الحائط .

(٦) يُستعمل التفريش (رشّ) بالجير من الداخل مراعاة للأحوال الصحية ومن الخـارج لتحمله التأثيرات الجوية .

بوية الغـــــراء

عبارة عن مزيج مكون من المـاء والاسفيداج البلدى والغراء بنسبة ١٠ ماء ، ١٠ سفيداج ، ١ غراء وطريقة عمل هذا المحلول هو أن يؤتى بكمية من المـاء ولتكن تساوى ١٠ وحدات (أجزاء) و يؤخذ منها جزءان يضافا الى الغراء ويُحلّ الغراء على النار ثم يضاف السفيداج على المـاء لتخميره وحلّ أجزاؤه ثم يُضاف محلول الغراء على محلول السفيداج و يقلب حتى يصير سائلا خاليا من كل كلكمة .

وهذا المحلول يكون لونه أبيضا واذا أُريد تلوينه فيدار اللون المطلوب داخل اناء آخر بواســطة المـاء و يرمى على المخلوط السابق تدريجيا وذلك كى لا يغمقّ عن اللون المطلوب و يصير تجربة اللون على قطعة ورق أو خلافه و ينتظر حتى يجف فأن كان مضاهيا تماما للون المطلوب كان بها والا فيرمى عليه من ذلك اللون حتى اللون المطلوب ثم يصفّى المحلول ويجرى العمل به .

كيفية الرش بالغـــــراء

إذا كان المطلوب دهان حوائط حجـرة ما فتغلق نوافذ الغرفة المراد دهنها وتجرى عملية الدهن رأســيا وذلك يكون مع تحديد السرعة (وزنها) حتى لاتحـدث لحامات بين الحطّات و بعضها لأن وجودها يشوه منظر الحجرة .

اللحامات — هى خطوط غامقة بين الحطّة والأخرى وذلك من أن الحطة تركت لتجف ثم عند دهان الحطة الثانية لابد وأن الفورشة تلامس أطـراف الحطة الأولى فيكون كأنّ طرف الحطة الأولى قد دُهن وجهين . ولذا يراعى دهان الحطة بعـد الأخرى مباشرة . والسبب فى غلق منافذ الحجرة هو لأن الهواء له تأثير إذ تجف البوية بسرعة .

ملحوظات (١) — اذا فـرض وكان الحائط مدهونا قديمـا بالجـير فتُحَكّ طبقة الدهان بالسكينة أو بالفورشة الخشنة أو بالصنفرة .

(٢) اذا كانت الحائط مدهونة بالغراء فتغسل اذا كان بياضها بالمصيص أو بمونه داخلها الجبس وتُحكّ اذا كان البياض بمونة الجير والرمل أو تُصَنْفَر .

(٣) تُمعجن الحائط اذا لزم الحال بالمعجون الذى سنذكره فى شرح أنواع المعجون .

(٤) تُجَلَّخ الحائط (والتجليخ يعتبر كأنه أول وجه) وذلك بمحـلول مكوّن من ١٠ أجزاء ماء مضاف عليها جزء من الصابون الانجليزى الطرى أو بجزء نشاء مع ٢٠ جزء ماء و بعد انتهاء التجليخ تترك الحائط لتجف .

(٥) يرش الوجه الثانى بالمحـلول السابق شرحه . — (٦) ماسبق يكون للشغل العارى عن النقوشات أى الساده أما المنقوش فيضم الى حواشى حسب الطلب ويدهن كل لون على حدته ويكون ذلك بعد التجليخ مباشرة وبعض نقوشات دقيقه تعمل على سطح طبقة الغراء .

الدســـتمبر

الدستمبر عبارة عن بوية انجليزية تركيبها هو من السبيداج البندق والزنك والصمغ الأبيض والماء واللون وتباع فى علب على جميع الألوان بهيئة أتربة (مسحوق) وعند العمل بها يضاف اليها الماء بنسبة ٨ كيلو أو ٢٠ كيلوجرامات ماء لكل كيلو من اللون .

طريقة العمل بالدستمبر

(١) تُنظف الحائط كما سبق وشرحنا . (٢) تُمعجن اذا لزم الحال . (٣) تُبطّن بطبقة البطانة وتكون أما بالزيت أو ببطانة إقتصادية من الصابون والنشاء . (٤) تُصنفر . (٥) تُدهن الطبقه الأخيرة كما سبق فى بوية الغراء وللنظافه تدهن بوجه خفيف بعد الوجه الأخير .

ازالة البـــوية

بالپوتاس — وبالوابور

اليوتاس الأميركانى هو المستعمل غالبا وهو مخصوص لنظافة وإزالة البويات القديمة سواء كانت بالزيت أو الورنيش وذلك يؤخذ ١ جزء پوتاس ويضاف اليه ٣ أجزاء ماء ويُغلى عليها على النار حتى يذوب اليوتاس . ثم يؤتى بفورشة قديمة وتغمر فى المحلول ويدهن بها الأسـطح السابق دهانها فيرى بعد برهة أن البوية تظهر محللة كسائل لزج فتزال بالسكين ثم تُغسل الأخشاب بعد ذلك بالماء غسلا جيدا حتى تزول آثار اليوتاس — ويحترس جيدا على العامل من هذه العملية — وبعد جفاف أسطح الأخشاب تصنفر وتراشم إن أوجبت الحالة ثم تجرى دهان البطانة والطهارة .

أما إذا اريد نظافة الأخشاب والحـدايد مع بقاء البويه الأصلية ودهنها وجه واحد بالزيت أو الورنيش فتكون نسبة اليوتاس ١ لكل ١٠ ماء ويدهن من أسفل لأعلا وذلك لعدم التسايل .

أما إذا اريد النظافة مع بقـاء البوية الأصلية وعدم دهنهـا وجه (وش) فتغسل بالصابون أو الصودا المستعملان فى غسيل الملابس .

طريقة غسيل الأخشاب بالصابون أو الصودا — يؤخذ جزء من الصابون أو الصودا مع عشرة أجزاء من الماء ويُغلى على النار وبعد ذلك يدهن من أسفل لأعلى لعدم التسايل كما تقدم ويغسل بعدها بالماء جيدا وينشف بجلد الغزال .

إزالة البويات المدهونة قديما "بالوابور"

الوابور هو آلة لحرق البوية الموجودة على الأخشاب والحدايد وهى البوية التى تقادم عهدها أو المطلوب تغييرها لسبب ما من الأسباب . وهو يتركب من ثلاثة أشياء : (١) لمبة، (٢) قزان، (٣) علبة حاملة للقزان ويشتغل بالكؤول وذلك بأن يملأ نصف القزان ويُسد بصمام قلاووز موجود أعلاه سدا محكما ثم تعمّر اللمبة وتشعل وهى فى موضعها أسفل القزان فيغلى الكؤول الذى بداخل القزان ويخرج على هيئة بخار من المعوجة المتصلة بالقزان فيشتعل البخار الكؤولى الخارج ويسمى ذلك اللهب راية .

العمل — تُسلّط الراية على البوية المراد حرقها جزءا بعد جزء ولا يُترك الجزء إلا اذا ظهر غليانه كفقيعات فتزال القشرة الناتجة بواسطة السكينة وذلك قبل تجمدها من الهواء وبعد انتهاء العملية المذكورة تراشم أو تصنفر محلاّتها وعند دهانها تُعامَل الأخشاب أو الحدايد معاملة الجديد .

ويوجد نوع آخر من الوابورات يُملأ بالبترول وله قزان للحريق بفونية ومكبس ومانومتر وحوض صغير تحت الفونية لوضع الكؤول فيه وتسخين الفونية، ومتى سخنت يكبس بالمكبس فينطرد البترول وعند وصوله للفونية الساخنة يتبخر وينطرد للخارج على هيئة بخار وللمانومتر علامة ذات لون أحمر يجب حفظ عقربه عليها وذلك بواسطة الكبس بالمكبس كلما خفّ الضغط وهذا الوابور أقوى من المتقدم .

جملكة أبزاز وعُقَد الأخشاب

تُجملك أبزاز وعُقَد الأخشاب بسائل يتركب من الجملكة والكؤول وطريقة عمل السائل هو أن يؤتى بالجملكة الجافة وتُسحق بالرخامة وتوضع داخل زجاجة مضافا اليها الكؤول ثم تغمر الزجاجة فى ماء ساخن مستمر وبين كل آونة وأخرى ترج الزجاجة لانحلال الجملكة بالكؤول . ثم تدهن بها الأبزاز أو العقد بعد تنظيف الأخشاب جيدا من المادة الصمغية . واذا كانت الأبزاز رديئة جدا فيلصق عليها ورق الذهب، وتعمل هذه الطريقة اذا كان المطلوب دهانها بالبوية، أما اذا كان مطلوب دهانها بالورنيش فقط مع بقاء لونها الطبيعى فتدهن الأبزاز بثوم الطعام وتكرر مرّات .

بطانة الحوائط والحدايد والأخشاب بالزيت

تُبَطَّن الحوائط والأخشاب بطبقة دهان خفيفة مكونة من ١ جزء زيت مستوى مع ¾ جزء من الزنك واللون المطلوب وذلك بعد تنظيفها جيدا .

وتبطن الحدايد بعد تنظيفها من التأكسد بطبقة دهان خفيفة مكونة من ١ جزء زيت مستوى مع ٢ جزء سلاقون وقليـل من الزنك والسكاتيف الأسود السائل . واذا كانت الحدايد سبق دهانها فتزال قشرة البوية القديمة بالبوتاس أو الوابور .

وتبطن الحوائط بالزيت المسـتوى وجزء قليل من الزنك واللون أو بالزيت المستوى فقط بعـد صنفرتها ونظافتهـا من الأملاح الموجودة عليها . واذا كانت الحائط حديثة البياض فتترك حتى تجفّ تمـاما خوفا من ظهور الأملاح بين طبقة البوية والبياض فيمنع تماسكهما ببعضهما فتظهر فقاعات متعدّدة وانتفاخات . أما اذا ظهرت فى بعض نقط من الحيطان قِطَع رطبة يكون منشأها الأرض أو من مجاورتها للمياه فتنظّف تلك القطع جيدا ، وتدهن إما بالسلاقون أو الورنيش أو الجملكة أو الكؤل أو بحمض الكبريتيك أو السليكات و بعد دهانها تبطن مع الحائط وتُمعجَن بمعجون ورنيش ثم تمعجن مع الحيطان . وأما اذا كانت مدهونة بالجير فتحكّ أو بالغراء فتغسّل ثم تعامل معاملة الحيطان الجديدة المراد دهانها بالزيت .

المعجون ـ أنواعه وتركيباته

يستعمل المعجون لسد ثقوب الأخشاب أو الحوائط أو الحدايد وهو على جملة أنواع :

(١) معجونٌ بالزيت المستوى ـ و يتركب من جزء من سفيداج بلدى و ½ زيت مستوى وكيفية عمله هو أن يسحق الاسفيداج جيدا ويخل من منخل سلك بواسطة الضغط عليه براحة اليد ثم يخلط عليه الزيت و يعجن و بعد عجنه يوضع عليه قليل من المـاء . وهذا المعجون هو المستعمل بكثرة فى سدّ ثقوب الأخشاب والحوائط المدهونة بالزيت أو يعمل كأنه معجون زجاج .

(٢) معجون الغراء وكيفية عمله هو أن يؤتى بالاسفيداج والغراء بنسبة ١ : ٥ من الماء فيسحق الاسـفيداج ويعجن مع المـاء المذاب فيه الغراء ويستعمل فى الأشياء التى يراد دهانها بالغراء ، وهو معجون اقتصادى ولكنى أشير بعدم استعماله لعدم تحمله التأثيرات الجوية .

(٣) معجون الجير ـ و يتركب من جير ومصيص (جبس بلدى) و يعجن بالماء وتُسدّ به ثقوب الحيطان والأشياء المراد رشها بالجير .

(٤) معجون الطلاء الفرنساوى بالزيت — ويتركب من ١ جزء سفيداج بلدى و١ سفيداج بندق و ١ زنك و $\frac{1}{4}$ من الزيت المستوى و $\frac{1}{4}$ من النفط و $\frac{1}{4}$ من السكاتيف الأسود السائل وذلك باضافة المساحيق على بعضهما وعمل ثقب فى وسطها وصبّ مخلوط السوائل فى وسطها وتقليبها و يلاحظ عدم تقليبها بكثرة وذلك لئلا يتحوّل الى مادة لزجة أى يكون له قوام (عرق) فيصعب على العامل الشغل به .

(٥) معجون الطلاء الفرنساوى بالورنيش — تكون المساحيق الجافة كما فى السابق ، فقط تكون السوائل من جزء واحد مع جزء ورنيش ومع قليل من السكاتيف الأسود السائل و يستعمل هذا المعجون فى الحوائط التى تدهن بالزيت وكذا فى الحدايد والأخشاب .

(٦) معجون العربات والسيارات — ويتركب من جزء قليل من الاسفيداج البلدى وكذا من البندق وجزء زنك و ٢ جزء سبيداج نمساوى و $\frac{1}{4}$ جزء نفط و $\frac{1}{8}$ جزء زيت مستوى و $\frac{1}{8}$ ماء و $\frac{1}{2}$ ورنيش — وكيفية عمله هو أن يسحق السفيداج النمساوى مع النفط على الرخامة بواسطة الفهر ثم تنخل باقى المساحيق وتضاف على المسحوق النمساوى مع النفط ثم يصبّ الزيت على الجميع ثم يصبّ قليلا من الماء ليحل تماسكه نوعا .

كيفية المعجنة

معجون الطلاء الفرنساوى — تُعجَن أولا الحفر والثقوب والشروخ وخلافه والنقر الموجودة فى الأخشاب والحدايد أو الحوائط — ثانيا ، يطلى السطح المراد عمله المرة بعد الأخرى حتى يصير تسويته من الاعوجاج الموجود به ثم يترك ليجف تماما — ثالثا ، يغسل بحجر الخفاف أو يصنفر بالصنفرة .

غسيل المعجون الفرنساوى — الصنفرة والخفاف يستعملان لغسيل المعجون الفرنساوى فيراعى تصليح سطوح حجر الخفاف بالمبرد وبالأخصّ السطح الملامس للمعجون ثم يُدهن جزء من السطح المراد غسله بواسطة سفنجة بها ماء ثم تنعّم بحجر الخفاف حتى تصير ملساء وهكذا جزء لجزء حتى النهاية و بعدها يُغسل جيدا بالماء حتى تزول الأوساخ المتخلفة من الحكّ وتنشف المياه بجلد الغزال ثم تطلى بمعجون آخر يتركب من جزء زنك و $\frac{1}{4}$ نفط والورنيش و بعد الجفاف تُصنفر وتُدهن .

طفى الورنيش — يطفأ الورنيش بأن يسحق الحجر الخفّاف على الرخامة بواسطة الفهر سحقا جيدا وبواسطة قطعة من اللباد يجرى العمل كما فى التنعيم والغسيل مع مراعاة أن يكون الطفى متوازنا بتوازن مخصوص وذلك خوفا من ازالة طبقة الورنيش .

ظهارة الأخشاب والحدائد والحوائط بالبوية

تُظَهَّر الأخشاب والحدائد والحوائط بعد اجراء العمليات المتقدّم ذكرها ببوية يكون تركيبها هو جزء من اللون والزنك 6 $\frac{3}{4}$ جزء من الزيت المستوى وكمية قليلة من السكاتيف ، واذا أضيف جزء بسـيط من زيت النفط فلا مانع وذلك إما لميوعة البوية أو لطفى لمعانهـا مع العـلم بأن كثرة النفط فى هـذه الأحوال تجعل البوية تتأثر بالتأثيرات الجوية — والأنسب أن يترك محلول الزنك والزيت بضع ساعات لتخميره وبعـد ذلك تضاف عليه الأجزاء المتقدّمة الذكر، ثم بعد ذلك تصفّى البوية بمصفاة مخصوصة ثم يُجرى العمل فتدهن الأخشاب والحدائد والحوائط الجديدة ثانى وثالث وجه — أما اذا كانت الحوائط سبق وكانت مدهونة وبها بعض تقاطيب بياض بالجبس أو بمونة جير ورمل فتُصَنْفَر وتبطّن وتمعجن وتُظهَّر ثم تدهن مع كل الحائط اذا كان مطلوب دهانها وجه واحد .

أما اذا كان مطلوب دهانها وجهين فلا لزوم لظهارة التقاطيب بل تدهن مع الحائط كلها وذلك خلاف الأخشاب والحدائد فان هذا النوع يحتاج لمعرفة ما اذا كان عهد البوية قديما فتعامل معاملة بهـا إزالة البوية المذكورة ، وان لم يكن فتصـنفر وتمعجن وتدهن وجها واحدا أو وجهين حسب الطلب .

بويات المتّ

وهى عبارة عن كل بوية مُطفأ لمعانها وتستعمل على الحيطان الداخليـة وذلك منعا لزغللة النظر وضـعف البصر من جراء لمعان البوية . ولدهان الأخشاب والحـدائد والحوائط ببـوية زيت مت (مطفية) يجرى العمل كما سـبق لغاية الظهارة ثانى وجه ويزاد فى الوجه الثالث جزء من ٣ أجزاء الزيت المستوى من زيت نفط ولا مانع من إضافة جزء قليل من السكاتيف ،ثم تصفى البوية بمصفاة ويُجرَى العمل كما يأتى :

الكيفيـة — عند دهان الوجه الرابع يلزم غلق جميع نوافذ ومنافذ الغرفة المراد دهانها ويجرى العمل بسرعة مع مراعاة أن يكون الدهان أفقيا والنسب رأسيا حطّةً بحطّةٍ وبعد دهان الحطّة تدق بفورشـة الدقّ حتى النهاية ولا تفتح المنافذ قبـل نهو الجانب الجارى العمل فيه خوفا من تأثير الهواء وتطاير الزيت النفط ومن ذلك تحدث حامات بين كل حطّة وأخرى تكون لامعة وحذار من ملامسة بويات الحطّات لبعضها، ويلزم للحجرة عاملان على الأقل لسهولة نهوها .

الورنيش واختصاصاته

دهان الأخشاب والموبيليات والحدائد وبعض الحوائط مثل ما فى صالات الأكل والصالونات والحمامات والأرضيات وخلافه .

أولا — تُجملك وتُبطن وتمعجن بالزيت ثم تطلى بمعجون الطلاء الفرنساوى ثم تُصنفر أو تُغسل حسب الحالة ، ثم تظهّر ثانى وثالث وجه كما سبق التكلم على ذلك وفى الوجه الرابع تعمل بوية متّ من الورنيش .

تركيب الورنيش المستعمل فى دهان بوية المتّ — يتركّب من : ١ جزء زنك ولون ، ٣/٤ سائل ونصف هذا السائل زيت نفط والنصف الآخر ورنيش أفلاتنج للألوان الغامقة وورنيش كرستال للألوان الزاهية المفتوحة وبعد تصفية البوية يُجرَى العمل بها وجهين وبعد الجفاف تلمّع بالورنيش الأفلاتنج أو الكرستال مضافا عليه جزء قليل من بوية المتّ بالورنيش واذا كانت ذات قيمة تلمع بالورنيش اللاكيه أو الاينامل (enamel) واذا كانت ذات قيمة كبيرة فيصير طفى لمعان اللاكيه بعد تمام جفافه بمسحوق حجر الخفاف الناعم ثم تلمّع ثانى مرة باللاكيه مع ملاحظة غلق نوافذ الغرفة وإزالة الأتربة منها قبل العمل تماما .

أما اذا أريد تلميع الأخشاب بالورنيش على لونها الطبيعى فلذلك طريقتان : (١) تُدهن بسائل يتركّب من جزء من الزيت المستوى ، ٤ أجزاء من النفط وقليل من السكاتيف الأسود السائل وبعد دهانها تُصنفَر مباشرة وذلك لنظافة الخشب وسدّ مسامه ثم تمسح بخرقة مسحا جيدا . وبعد الجفاف تمعجن بمعجون الزيت . ثم تصنفر وتدهن وجها من ورنيش أفلاتنج ، (٢) اذا كان الخشب ثمينا مثل أخشاب الجوز أو التك الواسعة المسام فبعد دهانها وصنفرتها ومعجنتها تدهن وجه ورنيش وتحك بحجر الخفاف مباشرة على الورنيش وذلك باستمرار احتكاك حجر الخفّاف على سطح الخشب لسدّ المسام ثم تترك للجفاف وتدهن بورنيش كوپال .

أما اذا أريد تلوين الخشب الأبيض بلون يضاهى لون الخشب الجوز أو التك أو بلى صندل فتكون الطريقة هى :

(١) تمعجن الأخشاب بمعجون الغراء ثم تُصنفَر وتُدهن بحصا الجوز أو بالألاينة المحلولة فى الماء الساخن ، وتعمل نسبة الماء أنه كلما كثرت كمية الماء فتح اللون وبالعكس . ثم تُصنفر وتُدهن وجها آخر ثم تدهن كما سبق فى دهان الأخشاب على لونها الطبيعى .

دهان الأخشاب بألوانها الطبيعية بواسطة الجملكة والكؤول

طريقــة لُسْــتُر

تُعجن الأخشاب بمعجون الغراء حسب لون الأخشاب . ثم تُصـنفَر وتدهن بالزيت الطيب وتصنفر مباشرة حتى تسد مسامها إما بواسطة الصنفرة أو بواسطة حجر الخفاف . ثم تمسح جيـدا بخرقة . وعنـد الشروع فى العمليـة يحضّر سائل متركب من جزء جملّكة 6 و ٩ أجزاء كؤول تجارى . وطريقة تحليله هو بوضع الجملكة داخل الزجاجة بعد سحقها بالفهر على الرخامة و يوضع عليها الكؤول وتترك إما فى الشمس بعد سدها أو فى ماء ساخن و بعد كل برهة ترجّ الزجاجة حتى تذوب الجملكة فى الكؤول . وتستحضر كمية من القطن والشاش الخالى البوش (مغسول) وتؤخذ قطعة منـه مربعة قدر الشبر وتوضع فى وسطها قطعة قطن مناسبة ثم يصب على القطن قليل من السائل المذكور، ثم تجمع أطراف قطعـة القماش لتصير على هيئة صرة وتسمى إسطُبّين وتُدهن بهـا أسطح الأخشاب المذكورة وكلمـا جفّت الصرة يوضع عليها قليـل من السائل واذا حصلت لزوجة بينها و بين سطح الخشب يوضع عليها زيت فقط أو تستبدَل الصُّرة — وكلمـا ظهرت ألياف الخشب تصنفَر بصنفرة ناعمة حتى تندمج الألياف و يلمّع سطح الخشب . ثم تُصنع صرة جديدة و يصبّ عليهـا كؤول فقط وتُدهَن بها سمارة الخشب .

ملاحظـات :

يلاحظ فى بدء الدهان أن تكون الصرة جافة حتى تظهر نعومة الخشب ولا يصبّ عليهـا كمية كبيرة من السائل ولا تترك على الأسطح المدهونة فتلتصق وتحتاج لاعادة العمل و يلاحظ عدم الدهان فى جهة واحدة من السطح المراد دهانه . وأن تكون الحجرة أو الورشة المجرى بها العملية نظيفة واذا كان بها نوافذ فتغلق ضلف الزجاج خوفا من الأتربة لئلا تختلط مع الدهان فتفسد النظر .

دهان الأخشاب البيضاء بلون الأخشاب الطبيعية

تجرى نفس الطريقة المذكورة سابقا فقط يضـاف على السائل (المتركب من الجملكّة والكؤول) جزء من الألاينـة وتوجد الألاينة على كافة ألوان الأخشاب وتعمل تجربة على قطعة خشب صغيرة لينظرّ ما اذا كان اللون هو المطلوب أم لا .

كيمياء مساحيق الألوان

ولنتكلم بإيجاز عن كيمياء مساحيق الألوان فنقسّمها من حيث لونها الى التقسيم الآتى :

١ — الأبيـــض

(ا) أبيض الرصاص — وهو عبارة عن كربونات الرصاص والمسمى اسفيداج أو اسفيداج بندق إذا كان نقيا، ودالته الكيميائية هى ٢ ر ك ا$_{٣}$. ر (يد ا)$_{٢}$ وهو مسحوق سام غال وعرضة للتلف اذا طُليت منه مشغولات معرضة لجو بلد صناعى يكثر فيه الايدروچين المكبرت المتطاير من احتراق الفحم وغاز الفحم الحجرى ويتولد من تأثيره عليه تكوين مادّة سوداء اللون وهى سلفيد الرصاص كما يستدل على ذلك من :

٣ يد$_{٢}$ كب + ٢ ر ك ا$_{٣}$. ر (يد ا)$_{٢}$ ← ٣ ر كب + ٢ ك ا$_{٢}$ + ٤ يد$_{٢}$ ا

ويمكن إزالة هذا السلفيد "٣ ر كب" بدون إعادة الدهان باللون الأبيض وذلك بالدهان بمحلول مخفف لثانى أوكسيد الايدروچين الطيار "يد$_{٢}$ ا$_{٢}$" ونتحصل حينئذ على كبريتات الرصاص وهى بيضاء اللون وأكثر ثباتا من كربونات الرصاص :

ر كب + ٤ يد$_{٢}$ ا$_{٢}$ ← ر كب ا$_{٤}$ + ٤ يد$_{٢}$ ا

(ب) أبيض الزنك — وهو أوكسيد الزنك "ز ا" وهو مسحوق ناصع البياض يستعمله الفنانون تحت اسم أبيض صينى غير أن البوية المصنوعة منه تجف ببطء — ولا يحسن استعمالها فى الخارج فى البلاد الممطرة حيث أنها تذوب فى الماء المحتوى على ثانى أوكسيد الكربون، ويمكن أن يستعمل الدهان منه طهارة لبطانة من أبيض الرصاص .

(ج) كبريتات الرصاص — هى مسحوق أقل درجة فى التسميم من كربونات الرصاص وأكثر ثباتا منها عند تعريض الدهان منه للجو، وهو أقل ثمنا من كربونات الرصاص لكنه أرق كيميائيا وأهم بمرحلات عن أبيض الرصاص المذكور .

(د) أبيض لاكة — وهو سلفيد الزنك ثابت اللون "ز كب" يخلط مع ٧٠ ٪ من من مسحوق البارايتا وسُمى هذا المسحوق حديثا باسم ليثوفون ونظرا لوجود السلفيد فى هذا المسحوق فيجتنب خلط المجففات أو مخاليط أخرى على البوية المصنوعة منه .

٢ – الأحمـــر

(ا) السلاقون – وهو أوكسيد الرصاص $\text{ر}_{٣}\text{أ}_{٤}$ ويستعمل فى بوية دهان المشغولات الحديدية لحفظها من الصدأ وليكون هذا الوجه من الدهان بطانة لما يليه من الأوجه الأخرى، وتدوّر البوية منه مع خلطه بأبيض الرصاص .

(ب) الأحمر الهندى – وهو المسمى أحمر فنيق وهو ثانى أوكسيد الحديد $\text{ح}_{٢}\text{أ}_{٣}$

(ج) أحمـــر كروم – أو كرومات الرصاص "$\text{ر كر أ}_{٤}$. ر أ" وهو لون ثابت وأحيانا تكون الدالّة الكيميائية له : ($\text{ر}_{٢}\text{ كر أ}_{٥}$) .

(د) أحمر الرصاص – وهو الڤيرميليون لونه جميل لطيف قابل للبهتان . ويوجد عدا ذلك من الأحمر : أحمر لعلى وأحمر مغرة وأحمر تراسينا .

٣ – الأصـــفر

(ا) أصفر أُهرة – وهو المسمّى أُكْر عبارة عن أوكسيد حديد إيدراتى متحد مع جزء عظيم من السليكات والطينة وهو ثابت اللون وبويته جيدة القوام .

(ب) أصفر كروم – عبارة عن كرومات الرصاص "$\text{ر كر أ}_{٤}$" ويدخل فى تركيب اللون الأخضر وهو على لون فاتح أو غامق .

٤ – البُـــنِّى

(ا) التراسينا – وهو تراب سينا عبارة عن مسحوق نوع من الاكر يحتوى على جزء من ثانى أوكسيد المنجنيز بنسبة من ١./٪ إلى ٢./٪ .

(ب) أصفر برتقالى – أو أمبر هو مسحوق مشابه للسابق فقط يحتوى على كمية عظيمة من المنجنيز وهو على لونين الفاتح والغامق المائل للاحمرار .

٥ – الأزرق

(ا) الأزرق النمساوى – وهو الأزرق البروسى نفسه، عبارة عن رواسب من فيروسايانايد الصوديوم مع أىّ ملح للحديد، ولونه أزرق غامق ودالّته الكيميائية هى : $\text{ح}_{٤}\text{ح (ك ن)}_{٦}\text{]}_{٣}$

(ب) الترامارين — وهو المسمى أزرق أوترمالى مسحوق يعطى لونا أزرق فاتح عبارة عن سليكات الومنيوم صـوديوم (أل ص س ا٣) ويتوقف اللون على كمية السليكون فإذا كانت كبيرة نتج لون ضارب نحو الخضرة واذا كانت كمية الألومنيوم كبيرة نتج لون أرجوانى .

٦ — الأخضـــــر

(ا) أخضر برونزويك — أعطى هذا الاسم أصليا الى أوكسى كلوريد النحاس وهو ناتج خلط الأصفر الكروم مع الأزرق النمسوى، واللون المخضّر منه يتأثر بالايدروچين المكبرت .

(ب) أخضر كروم — وهو عبارة عن أوكسيد كروميوم (كر٢ ا٣)

٧ — الأســـــود

(ا) أسود عظم — وهو مسحوق ناتج من حرق العظم أو العاج فى بوادق مغلقة لا يصل اليهـا الهواء .

(ب) أسود هباب — مسحوق يجمع من على بطانيات تعلق بها دخنة حرق زيت البترول أو الغاز فى كمية محدودة من الهواء .

٨ — طلاءات المشغولات الحديدية

(ا) الجرافيت — لونه رمادى غامق يمزج مع زيت بذر الكتّان .

(ب) مسحوق الألومنيوم — وهو جيد النعومة ويمزج مع الورنيش .

(جـ) محلول آنجس سميث — ويستعاض عنه بالقطران الأسود حيث أن مركباته سرّ .

٩ — المجففـات

المجففات على أنواعها هى مركّبات الرصاص والزنك والمنجنيز وهى أكاسـيد أو أملاح معدنية تضاف على أنواع الزيوت لتؤكسدها وتسرع فى الجفاف حيث أنها تحمل الأوكسچين من الهواء، وهى :

(ا) أوكسيد الزنك وكذلك كربونات وكبريتات الزنك .

(ب) ثانى أوكسيد المنجنيز فقط أسود اللون .

(جـ) كبريتات المنجنيز (أملاح)، ثم بورات المنجنيز وهى الأحسن وهـذا المجفف راسب من محلولى كبريتات المنجنيز والبورق .

١٠ – تكوين لون من ألوان أخرى

وتتمة للفائدة نذكر كيفية تكوين لون من إضافة لونين أو أكثر على بعضهما بنسب تكون فى الحقيقة ناتج اختبار وتبعا لنظر اللون المطلوب وهى كما يأتى :

اللون المطلوب	التكوين
أخضر نباتى " زرعى " ...	أزرق نسوى + أصفر " ليمونى " .
زيتـــونى	« أوترمالى + أصفر أُهرة + أسود + أبيض قليل .
بنفسـجى	« « + قليل من الأحمر اللاكه .
كرنبى	أبيض + أخضر + قليل من كل من الأزرق والأصفر .
كريم	« + أصفر ليمونى + قليل من الطينة .
سمـــنى	« + قليل من كل من الأزرق والأُهرة .
سمـاوى	« + أزرق أو ترمالى .
القـــرو	تراسينا صفراء + طينة مستوية .
زيتى	أخضر + أســـود .
برتقـالى	أحمر زنجفر + أبيض + أصفر أُهرة .
خوخى	« « + أصفر زرنيخ .
عنابى	أحمر لاكه + أســـود .
مغنة "ماهوجنى"	« « + طينة مستوية .
وردى	« « + أصفر زرنيخ + أبيض .

الباب العاشر

المعــادن

تختلف المعادن اختلافا كليا عن جميع المواد التى سبق الكلام عليها ، وأهم نقط الاختلاف هى تغيير شكل المــادة بدون قصم أو كسر من تعرّضها للقوة التى تؤثر عليها بنظام عنــد سحبها للاستطالة ، ولذا فالمعادن قابلة للاستطالة أى قابلة للسحب كما أنهــا تكون قابلة للطرق عليها . ومن الخواص الأخرى للعادن أنها منــدمجة الحبوب حتى أنه يمكن جعل أسطحتها ذات بريق ولمعان . والمعادن كبيرة الكثافة وغير شــفافة وتعتبر أداة عظيمة فى إيصال كل من الحرارة والكهربائية وذات مُعامل تمدّد عظيم غير أنها تتأكسر من تعريضها للجو الرطب .

و يستثنى معدن الزنك «الخارصين» من هذه المعادن بالنسبة لبعض الخواص المشار اليها ، فهو معدن قَصِم أى قابل للقطم . وغير هذا فمعدن الذهب يمكن تطريق ورقة منه فتكون شفافة قليــلا ولا يصدأ ، وثم أن كثافة معدن الألومنيوم صغيرة .

و يوجد غُفْل هذه المعادن «الخام» بالطبيعة إما بهيئة أوكسيد أو سلفيد «كبريتور» أو كربونات معدنية ، و يكون مختلطا مع مواد غريبة عديمة القيمة والنفع اذا لم يكن مختلطا مع الحجر الجيرى .

التعدين

لا بدّ وأن يحتوى الخام الغفل «الطبيعى» على معدن بكمية وافرة بحيث تكون قيمة الدخل منها أكبر من المنصرف عليها لاستخلاصها ، وتتوقف النسبة المئوية للمعدن نفســه فى الخام الطبيعى على نوع المعدن وقيمته فى التجارة والصناعية ، فمثلا يُعرف الخام الطبيعى لمعدن النحاس (الذى به ١٢ ٪ من معدن النحاس نفســه) بأنه خام قيم لكبر هــذه النسبة كما وأنه إذا كان معــدن الحديد فى خامه الطبيعى بمقدار ١٠ ٪ فيقال أن الخام عديم القيمة .

وتختلف عملية استخلاص المعدن من خامه الطبيعى غير أنه يمكننا القول بأن أول عملية تجرى على المــادة هى عملية التحميص أو " التكليس " لدرجة حرارة معتدلة تســمح لتحرير الرطوبة ، فإذا كان بالخام كبريت فإنه يحترق تماما ، أما الكربونات فإنها تتفكك وينفصل عنها غاز ثانى أوكسيد

الكربون . وعلى ذلك فنتحصل على المـادة بهيئة أوكسيد معدنى ســواء كانت فى الأصل أوكسيدا أوكانت سلفيد المعـدن أوكربوناته حيث أن ناتج تحرير الكبريت هو تأكسد المعدن الباقى ، وأن تفكّك الكربونات ينتج عنه بقاء الأوكسيد المعدنى .

وعلى ذلك فأحسن الخامات ما كانت أكاسيد معدنية حيث أنها تنفصل بوساطة الكربون الذى هو العامل الوحيد فى عملية استخلاص المعدن من غفله ســواء كان هذا الكربون مادة الفحم نفسها أوكان على هيئه غازية مثــل غاز أول أوكسيد الكربون الشبه مشتعل لأن لكل من الكربون أو أول أوكســيد الكربون شراهة عظيمة للاتحاد مع الأوكسجين (فى جميع المعادن ما عدا الألومنيوم) وبذا ينفصل عن المعدن نفسه .

ولنفسّر ما قلناه بالرموز الكيميائية ولنرى كيفية الانفصال والتكوين هكذا[1] :

أوكسيد$_1$ المعدن + كربون = المعدن + أوكسيد$_1$ الكربون

أوكسيد$_1$ المعدن + أوكسيد$_1$ الكربون = المعدن + أوكسيد$_2$ الكربون

فاذا كان الغُفْل خاليا من المواد الغريبــة فلا داعى لايجاد عامل آخر لاستخلاص المعدن بخلاف الكربون، أما اذا احتوى الخام الطبيعى على سليكا فانها تنصهر من الحرارة وتتحد مع المعدن ويصعب استخلاصه منها ولذلك فتضاف خامات طبيعية أخرى سواء كانت "سليسية" أو "قاعدية" بنسب معتـــدلة .

وأرخص هذه "القواعد" وأهمها هو الجير أى أول أوكسيد الكلسيوم (كا ا)، فتضاف الحجارة الجيرية أو الطباشيرية التى تتحوّل من تأثير حرارة الفرن الى جير وإلى ثانى أوكسيد الكربون الذى ينصرف مع غازات الفرن، وأما بقايا الفرن فهى الكلسيوم المتحد مع السليكا والمواد الغريبة .

والأدوار الثلاثة التى تحدث فى الفرن هى : (أولا) الحصول على الجير، (ثانيـا) خروج السليكا بهيئــة الخَبَث «الجلخ» أو بقايا الفرن، (ثالثـا) تأثير الفحم على الأوكســيد المعدنى، ويمكن اختزال هذه الأدوار كالآتى :

كا ك ا$_3$ ← كا ا + ك ا$_2$

كا ا + سـ ا$_2$ ← كا سـ ا$_3$ (الخَبَث)

ك + أوكسيد المعدن ← المعدن + ك ا$_2$

---

(١) أوكسيد$_1$ معناها أول أوكسيد وأوكسيد$_2$ معناها ثانى أوكسيد .

درجات الانصهار للمعادن المختلفة

الحديد ١٦٠٠° مئيني	النحاس ١٠٥٠° مئيني
الرصاص ٣٢٥° «	الزنك ٤١٥ «

الحـــديد

يوجد غَفل الحديد فى الطبيعة مختلطا بجملة أكاسيد ترابية مثل الحجارة الجيرية والطفلية و يستحضر معدن الحديد من هـذه الخامات الطبيعية بسبكه الى خامات صناعية بعد تسبيخ الأولى واستئصال العناصر الغريبة منها مثل الكبريت والفسفور والآرسين، ولهذا السبب اذا وجد معدن الحديد مختلطا غَفْلا مع الكبريتورات "سلفيد" فلا تنتخب هذه الخامات الطبيعية و إنما تنتخب الخامات الآتية :

(ا) المجنتايت (ح٣ ا٤) — و يوجد بكثرة فى بلاد السويد وأميركا بجوار بحيرة سوپريور .

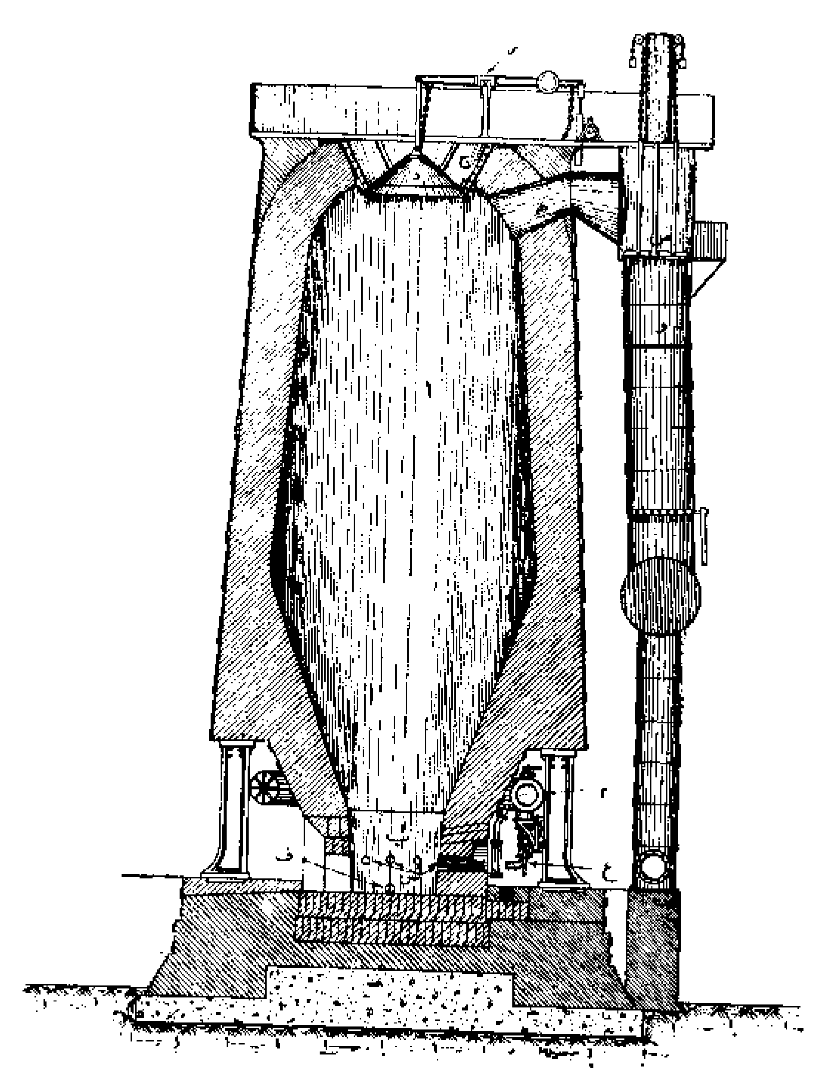
(ب) الهياتايت (ح٢ ا٣) — ويشابه الكبدة وهو أحمر اللون و يسمى حجر الدم و يوجد بانجلترا فى مقاطعتى كمبرلاند وفرنس و يوجد بكثرة وافرة باميركا .

(ج) الهياتايت الأسمر (ح٢ ا٣ + ١٠ ٪ ماء) — وهو أقل مرتبة من سابقه و يوجد بانجلترا وأوربا الوسطى ويكون متحدا مع السليكا بكثرة والفسفور غير أن مايوجد منه فى اسبانيا فهو نقى وتستورده مصانع بريتانيا من هناك هذا عدا الأميركى .

(د) كربونات الحديد (ح ك ا٣) ولو أنه خام طبيعى قليل القيمة غير أنه مهمّ لاستخلاص معدن الحـديد منه ، و يوجد على هيئة حجارة حديدية طينية بها نحو ٣٠ ٪ منها معدن الحـديد، وكذلك توجد باسكوتلاندا وهى أنقى من النوع الانجليزى حيث أن لون الأخيرة أسمر قاتم وأحيانا أزرق وهى تشابه الطينة الزرقاء .

التعدين

يمكننا القول بأن عملية استخلاص معدن الحديد أو معدن الصلب من الخام الغفل واحدة ، فيستخلص بتسبيخ الخام الطبيعى فى فرن تشتغل باستمرار لعدة سنين عبارة عن بناء شبه اسطوانى على بناء آخر بشكل المخروط الناقص الأجوف المقلوب الوضع ومبطنة من الداخل بالطوب الحرارى ومغلفة من الخارج بقميص من الحديد أو الصلب وبفتحتها السفلى ما تسمى بالبودقة وفى نهايتها العليا ناقوس مدلّى بوساطة جنزير يتحرك بثقل مخصوص بمساعدة الترس والجريدة و يكون مقدار هذا الثقل معادلا لوزن الناقوس — أنظر (شكل ١٠٤) — .



(شـكل ١٠٤) الفرن العالى المستمر

(ا) الفرن .
(ب) البودقة .
(ج) القادوس .
(د) الناقوس .
(هـ) فتحة خروج الغاز .
(و) ماسورة استقبال الغاز .
(س) فتحات الهواء .
(م) ماسورة الهواء .
(ص) صمام لغلق الماسورة .
(ر) رافعة لغلق القادوس .
(ف) فتحة خروج المعدن .
(ع) فتحة للكشف عن الفرن .

توضـع كميات من الفحم والحجر الجيرى وخام الحـديد الطبيعى فى الناقوس بمساعدة القادوس وترص داخل الفرن وتكون بالنسبة الآتية :

خام طبيعى ... ... ٤٨ هندردويتا .
حجر جيرى ... ... ١٢ »
فحم كوك ... ... ٢١,٥ »

وبعد ملء الفرن للقرب من قمتها يشعل الفحم وتلتهب الفرن[1] وتصعد الغازات المشتعلة من فتحة بالقرب من الجزء العلوى للفرن، وهى أول أكسيد الكربون الذى يستعمل لتشغيل المروحة التى تعطى قوة حرارة أكبر، فعند التهاب الفرن يسيح المعدن وينزل فى الجزء السفلى حتى يصل الى منطقة فينحل أكسيد الحديد (بوساطة أول أكسيد الكربون الساخن) ويصير أوكسيد الحديدوز ثم الى معدن «مبخبخ» يشابه السفنجة، وهذا الشغل الكيميائى يكون مثل :

٣ ك ا + ح٢ ا٣ ← ٣ ك ا٢ + ٢ ح

وقد سبق فأشرنا إجمالا عند الكلام على استخلاص المعادن من خاماتها الطبيعية أن الحجر الجيرى يتحلّ الى جير والى ثانى أوكسيد الكربون، وعند ما ينزل المعدن السفنجى نحو قاع الفرن «البودقة» ويمر فى المناطق ذات الدرجة الحرارية المرتفعة يتحد معه الكربون، ومن المحتمل أنه يتحد مع أول أوكسيد الكربون ويكوّن "الكربونيل"[2] الذى يتحلّ فى درجة حرارة أعلى ويتبقى المعدن المتحد مع ذرات خفيفة من الكربون .

وكلما هبط المعدن كلما تشبع بالكربون حتى يصل لدرجة الانصهار "١٢٠٠° مئينى" فيرسب فى البودقة ويطفو الخَبَث[3] على سطحه، ثم يستخرج المعدن المنصهر تماما من عيون مخصوصة ويمر داخل مجارٍ عملت فى الرمل وهناك يسبك على هيئة قطع ويسمى هذا الحديد المسبوك بحديد الزهر وهو المعدن الخام الذى بعد ذلك يؤخذ ويكسّر قطعا وتجرى عليه جملة عمليات للحصول على الحديد الخالص وحديد الصلب وحديد الزهر . والناتج المتحصل عليه بعد عملية الفرن هو :

خام معدن الحديد "زهر" ... ... ٢٠ هندردوتيا

خَبَث "جلخ" ... ... ٣٥ «

غازات ... ... ٢٦,٥ «

ويمكن للفرن الواحدة أن تُعطى محصولا يوميا من خام الحديد هذا بمعدل ٥٠ طنا مع ٧٥ طنا من الخبث من تموينها بقدر ٥٠٠ طنا من الخلطة، وما بقى (٣٧٥ طنا) يتصاعد للجو بهيئة غازية معظمه ثانى أوكسيد الكربون .

---

(١) والتفاعل الكيميائى الذى يحدث هو كالآتى :

ك + ا٢ ← ك ا٢ ... ... (ثانى أوكسيد الكربون) .

ك ا٢ + ك ← ٢ ك ا ... ... (أول « «) .

٣ ك ا + ح٢ ا٣ ← ٣ ك ا٢ + ٢ ح

(٢) بهيئة السائل وبلون أصفر باهت وتركيبه الكيميائى ح (ك ا)٥

(٣) وكذلك الخبث فيستخرج من فتحات مخصوصة أيضا وتجرى العمليتان كل حين وآخر .

ويختلف مقدار الكربون المتحد مع المعادن الحديدية الثلاثة ويكون بالنسب الآتية :

الحـــديد ... ... من ٠٫٠٦ ٪ الى ٠٫١٥ ٪

حديد الزهر ... ... « ١٫٥٠ ٪ « ٤٫٠٠ ٪

حديد الصُّلب ... ... « ٠٫٦٥ ٪ « ٠٫١٥ ٪

أما مركّبات هذه الأنواع من معدن الحديد الخالص مع المواد الأخرى فيمكن الوقوف عليها من الجدول الآتى – (الكيمياء تأليف "نيوث") :

	حديد الزهر		حديد الصلب		الحديد	
كربون	٣٫٨١		٠٫٦٥		٠٫١٠	
سليس	١٫٦٨		٠٫٠٧		٠٫٠٥	
فسفور	٠٫٧٠		٠٫٠٣		٠٫١٥	
كبريت	٠٫٦٠		٠٫٠٢		٠٫٠٥	
منجنيز	٠٫٤١	٧٫٢٠	٠٫٤٠	١٫١٧	٠٫٠٧	٠٫٤٢
حديد خالص		٩٢٫٨٠		٩٨٫٨٣		٩٩٫٥٨
		١٠٠٫٠٠		١٠٠٫٠٠		١٠٠٫٠٠

ويمكن المقارنة بين الأنواع المذكورة من البيان الآتى :

مقـارنة أنواع معدن الحـــديد

وجه المقارنة	حديد الزهر	حديد الصلب	الحـــديد
المغناطيسية	لا يمكن مغطسته طويلا .	ممكن مغطسته زمنا طويلا .	ممكن مغطسته زمنا مؤقتا .
الحبوب	مفتوح الحبـوب ومكسره بللورى .	مندمج الحبوب مكسره لامع بللورى .	مكسره ذو ألياف .
التشغيل	ممكن تسيحه وسبكه ولا يمكن لفـه ولحامه ولا تشغيله وسحبه .	ممكن سـبكه والمرن منـه يمكن لفـه وتشـغيله وسحبه ولحامه .	لا يمكن سبكه والباقى ممكن .
الصَّقل	لا يمكن صقله .	يمكن صقله .	لا يمكن صقله .
التمـدّد	ينشطف ولا يتمدّد .	ينشطف ولكن يتمدّد قبل الكسر .	يحذر منه عند تمدده قبل كسره .
المـرونة	غير مرن .	مرن جدا .	متوسط المرونة .
المقاومة	يقاوم الحـرارة وينشطف بتأثير الماء .	ينكبس ويتمـدد بالنـار ولا ينكسر منها .	ينكبس ويلتوى ويتمدد ولا ينكسر من النار .

وللحصول على معدن الحديد نفسه فيلزم تحرير سبائك الأفران العالية المستمرة من الكربون المحتوية عليه وطريقة ذلك هى أن يؤتى بحديد الزهر الخام المراد تسييحه وتوضع داخل أفران مخصوصة (ذات نار متقدة من الجانب يمرلهيبها من فوق الخامات ويصعد فى المدخنة) ويوضع معه قطع أخرى تحتوى على جزء عظيم من أوكسيد الحديد، فيتحد الأوكسجين الموجود مع الكربون ويتصاعد على هيئة فقاقيع ويساعد على ارتفاع درجة الحرارة ويتكون على هيئة قطع اسفنجية تُجمَّع مع بعضها البعض بوساطة شوك طويلة . وحينما تصل درجة حرارة الحديد الخالص السائح الى ١٢٠٠° م . أو الى أية درجة حتى ١٦٠٠° م. فيكون الحديد حينئذ فى أنقى حالة، ويصير عجينىّ القوام ويؤخذ من الفرن على هيئة كرات عظيمة الحجم وتوضع وهى فى درجة الاحمرار تحت مرزبات بخارية لاستخلاص جزء عظيم من الأوساخ التى تكون عالقة بها، ثم تطرق وهى حمراء "عجينية القوام" بالمرزبة البخارية وتؤخذ للدرافيل فى آلات السحب والتشكيل للقطاعات المطلوبة .

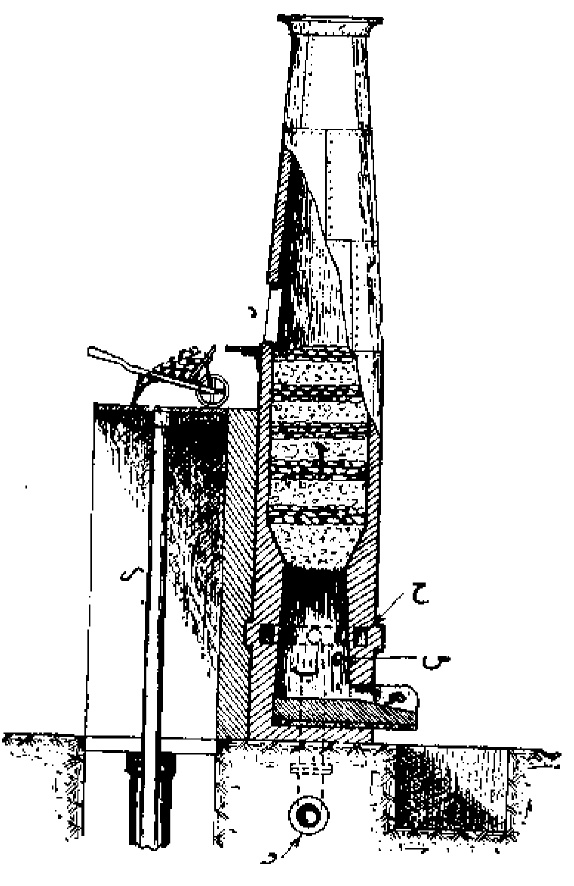
وكلما تعددت مسألة التسخين لدرجة الاحمرار والتشغيل بالمرزبة كلما كان الحديد المتحصل غالى القيمة لأن أليافه تكون نقية من المواد الغريبة . ويتحصل من الحديد على سيقان مربعة أو مستطيلة، وعلى ألواح وعلى قطاعات مختلفة للكمرات (عدا كمرات حديد الصلب "الفولاذ") . ويمكن تشغيله وتشكيله ولحامه بواسطة الطَّرق على الحامى ولكنه يكون ضعيفا عند نقط الحامات . وتعمل منه أربطة لرباط المبانى المتصدعة تركب ساخنة «محمية» وتترك لتبرد فتنكمش بمقدار محسوس . ويقاوم الحديد الاهتزازات الشديدة ولا بد من دهان جميع المشغولات الحديدية بالسلاقون بطانة وظهارة عند تركيبها أو قبل لحفظها من الصدأ[1] . ويستعمل فى السقوف والبوابات والأسوار ويمكن طرقه وبرشمته . وكان يستعمل سابقا فى الأعمال ذات التحميل العظيم مثل الكبارى والعمارات غير أنه قد وجد أن كمرات الفولاذ "الصلب" أمتن بكثير من الكمرات الحديدية .

---

(١) لا يصدأ الحديد اذا عرض للجو الدافئ الجاف وتتكون عليه قشرة الصدأ من الجو الرطب من وجود ثانى أوكسيد الكربون الذى يتحد مع الأوكسجين فيكون الكربونات (ك أ٢ + أ ← ك أ٣) وتتكون كربونات الحديد على هيئة قشرة الصدأ (ح ك أ٣) . وتتضارب آراء الثقاة فى أن الماء النقى لا يؤثر على الحديد فيجعله يصدأ .

حـــــديد الزهر

حديد الزهر هو المعــدن الذى تحصل عليه بعد تنقية الحديد الخام بإعادة تسييحه و بتأكسد معظم المواد الغريبـــة الداخلة فى تركيبه . فالرمل الذى تداخل فى الخام الحديد — عند سبكه أولا — ينصهر فى هــذه العملية و يتحد مع السليكا الناتجة من تأكسد السليكون بهواء تشغيل الفرن، وتتكون الأوساخ التى تطفو على سطح المعدن المنصهر والتى تساعد على تكوين قليـل من الحجارة الجيرية التى ترمى فى الفرن . و يوضح (الشكل ١٠٥) قطاعا لاحدى أفران المسابك المستعملة فى الحصول على زهر نق . وتنقسم الأفران التى يسبك فيها الزهر الى قسمين أولها الأفران ذات الحرارة الشــديدة المشتعلة بجزء عظيم من السليس و يكون لون الزهر المتحصّــل عليه ســنجابيا و يستعمل فى عمــل المسبوكات القليلة القيمة، والسليس الموجود فيه يساعد على تبلور الكربون واتحــاد الأجزاء . أما النوع الثانى من هــذه الأفران فهى التى تشتعل بدرجة منخفضة عن المتقدمة الذكر و بجزء قليل من السليس و يكون لون الزهر المسبوك أبيضا .



(شكل ١٠٥) فرن المسبك

(ا) الفرن .
(ب) البودقة .
(د) فتحة لوضع الخامات .
(ر) ماسورة الهواء الداخل الى الفرن .
(ح) قيص الهواء .
(س) فتحة خروج الأوساخ .
(ه) فتحة خروج الزهر السائل .
(م) رافعة ايدروليكية .

و ينقسم الزهر على العموم الى أربعة درجات مختلفة حسب لون مكسره وهى مرتبــة حسب ما يأتى :

الزهر درجة رقم ١ — وهو ذو اللون السنجابى كثيرا و يصلح لعمل المسبوكات الخفيفة وله قوة شد ضعيفة ولين جدا .

الزهر درجة رقم ٢ — هو زهر أقوى وأصلب من السابق و يستعمل فى المسبوكات الأخف .

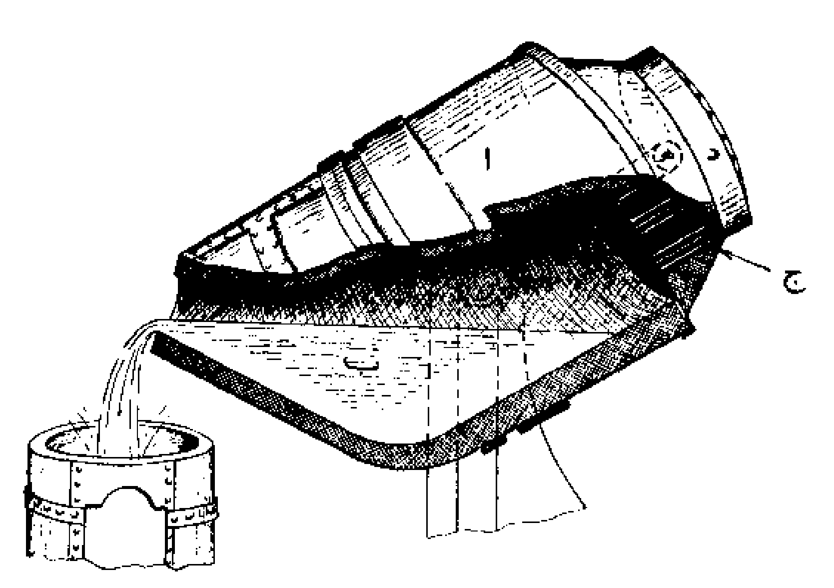
الزهر درجة رقم ٣ — وهو أصلب من زهر رقم ٢ وتعمل منه المسبوكات الثقيلة .

الزهر درجة رقم ٤ — وهو الأبيض، قليل فى قيمته عن الأنواع السابقة الذكر، وهو ناشف قَصِم .

ويُسبك الزهر على أىّ شكل كان ويستعمل فى الزخارف بكثرة وفى الأعضاء التى تقع تحت تأثير الضغوط مثل العمد وصوارى الصلبات الرأسية . وتعمل منه مواسير بكافة أشكالها وأنواع البالوعات والسيفونات والبكابورتات وودات شدّ الحيطان فى المبانى المتداعية للسقوط .

حديد الصُّلب

يستحضر الصُّلب بطريقتين حديثتين تعـرفان بطريقتى الموقد المفتوح وهمـا طريقتا بِسَّمر[1]، سيمنز[2]، ولا تختلف إحداهمـا عن الأخرى فى كيفية استخلاص الكربون والسليس من سبائك الحديد الزهر الخام بوساطة إعادة الإنصهار والتأكسد حتى تتحصل على حديد نق جداً حتى يضاف عليه مقدار محدود من الكربون للحصول على معـدن الصلب . وتختلف الطريقتان عن بعضهما فى الطرق المتبعة لتأكسد الكربون والسليس وفى شكل الفرن والينبوع الحرارى ومقدار كمية الحديد المستعملة .



(شكل ١٠٦) محوّل بِسَّمر

(ا) المحـــوّل . (د) غرفة الهواء

(ب) الزهر بعد تحويله الى صلب . (ج) فتحات الهواء .

(هـ) ماسورة الهواء الخارجية .

(١) و (٢) Bessemer and Siemens open hearth processes.

ويلاحظ أن لايمكن استخلاص مقادير الفوسفور والكبريت الموجودة فى الخام الزهر بأى من هاتين الطريقتين ولذا فيستعمل الحديد الذى به مقدار طفيف من الكبريت . أما الفوسفور فيمكن استخلاصه اذا بُطِّنت الأفران بمـادة (قاعدية) مكونة من الجير والمغنيسيا بدلا من المـادة الحمضية مثـل رمل الكوارتز المستعملة غالبا . وأرخص هاتين الطريقتين هى طريقة بسمر غير أن طريقة سيمنز تحل محلها بالتدريج مع الزمن .

طريقة بسمر — سميت هـذه الطريقة باسم مخترعها السر هنرى بسمر[1] والذى فيهـا يحوّل الحديد المصهور من الفرن الى بودقة اسطوانية محمولة على كراسى حاملة أفقية الوضع بالقرب من وسط هـذه البودقة المسماة أيضا بالقلاب والمعروفة باسم محوّل بسمر ، وهـذه البودقة مفتوحة من طرفها العلوى وذات قاع مغلوق أما طرفها العلوى فله رقبـة مسلوبة — (أنظر شكل ١٠٦) — فبعد أن يصب الحديد السائح فى البودقة يسـلط عليه تيار شـديد من الهواء وعليه يشتعل الكربون والسـليس اللذين فى الحـديد وتزداد درجة الحرارة وتكون كافية لحفظ المعـدن فى حالة الانصهار المستديمة وحتى يظهر اللهب من احتراق الحديد، ثم يوقف تيار الهواء وتضاف الى البودقة سـبيكة[2] من الحديد والكربون والمنجنيز الذى يتحد مع الأوكسجين و يبقى فى معدن الصلب ثم يتحد مع السليس المتأكسد ويكوّن كمية صغيرة من الأوساخ ثم يصب ما فى البودقة الى فرم السبك والتشكيل .

طريقة سيمنز — تنسب هذه الطريقة لمبتكرها كارل ولهلم سيمنز[3] وهى استخراج معدن الصُّلب

(١) السر هنرى بسمر (Sir Henry Bessemer) مهندس انجليزى ولد فى ١٩ ينـاير عام ١٨١٣ بمدينة شارلتون (Charlton) بمقاطعة هيرتفورد (Hertfordshire) أسس مصانعه فى سان بانكراس (St Pancras) لتحويل خام الزهر الى حديد نقى وأعلن لأول مرة فى اجتماع المهندسين للرابطة البريتانية عام ١٨٥٦ لمدينة شلتنهام (Cheltenham, meeting of British Association) وابتسم له الدهر وخانه الحظ مرارا حتى أنشأ مصانع الصلب بمدينة شفيلد (Sheffield) وكان آخر الاختراع الذى حسنه بسمر هو ما عرضه عام ١٨٦٥ واستمر بعد ذلك ينعم بثمرة أتعـابه حتى نال التعضيد العـام من رؤساء المصانع الذين أحجموا بادئ ذى بدء عن تأييد اختراعه . ونال شرف عضوية الجمعية الملوكية بدرجة رفيق (Royal Society) وأنعمت عليه الحكومة بلقب سر عام ١٨٧٩ وانتقـل الى العـالم الآخر فى ١٥ مارس ١٨٩٨ بمدينة لندن بحى دنمـارك هل (Denmark Hill, London) . (عن دائرة المعارف البريتانية صفحة ٨٢٣) .

(٢) Spiegeleisen.

(٣) السر وليـام سيمنز (كارل ويلهلم) Sir William Siemens مهنـدس وطبيعى ومخترع بريتانى ولد بألمـانيا فى مدينة هانوفر — لينث (Lenthe—Hanover) فى ٤ أبريل عام ١٨٢٣ و زار انجلترا وهو فى التاسعة عشر من عمره لترويج اختراعه فى الطلاء بالكهرباء الذى قبـل . وعاد فزار انجلترا عام ١٨٤٤ باختراع المنظم الفرق للالات البخارية وأقام فى انجلترا وصار من الرعايا البريتانيين عام ١٨٥٩ وكان همه موزعا لناحيتين فى الفنون الهندسية وهى استعمال الحرارة والكهرباء (وفى عام ١٨٦٧ اخترع تحويل الخام الى حديد الصلب) عدا الاختراعات العديدة التى شادت من اسمه حتى أنه انتخب عضوا فى الجمعية الملوكية ثم رئيسا لجمعية المهندسين الميكانيكيين و رابطة مهندسى التلغراف ومعهد الحديد والصلب والرابطة البريتانيـة وحصل على درجات فخرية من جامعات جلاسجو وأوكسفورد ودبلين وورزبرج ثم نال لقب سر عام ١٨٨٣ وتوفى بلندن اليوم التاسع عشر من نوفمبر من تلك السنة (ص ٤٧ جزء ٢٥ من دائرة المعارف البريتانية) .

من الخام الزهر بتسيحه فى أفران الغاز القوية وذات موقد مفتوح . ويتأكسد الكربون والسليس بالهواء الجوى من جهة وباضافة الهياتايت (أوكسيد الحديد) من جهة أخرى وهذا الهياتايت هو الذى يتحول الى معدن الحديد ويغذى كمية المعدن (المنصهر) بالأوكسجين . ثم تضاف السبيكة التى من الحديد والكربون والمنجنيز الذى يلعب دور المنجنيز فى طريقة بسمر ، ثم بعد أن تختلط السبيكة تماما بالمعدن المنصهر يصب معدن الصلب المتكون الى قُرم السبك والتشكيل .

أنواع الصلب — يصنع الصلب على ثلاث درجات منها الصلب الناشف والصلب الطرى وصلب متوسط بين هذين النوعين ، وما يستعمل فى أعمال الإنشاءات هو الصلب الطرى الذى يحتوى على مقدار أقل من ٠٫٥ فى المائة من الكربون والذى إذا سقى بعد تسخينه لدرجة الاحمرار فإنه لا يتصلب ، وهذا النوع من الصلب يصدأ كثيرا من الجو الرطب .

أما الصلب الناشف فهو المحتوى على كمية من الكربون تقدر بنحو ١٫٥ فى المائة ويسمى صلب العدد حيث تصنع منه الأسلحة والعدد وما شاكل ذلك .

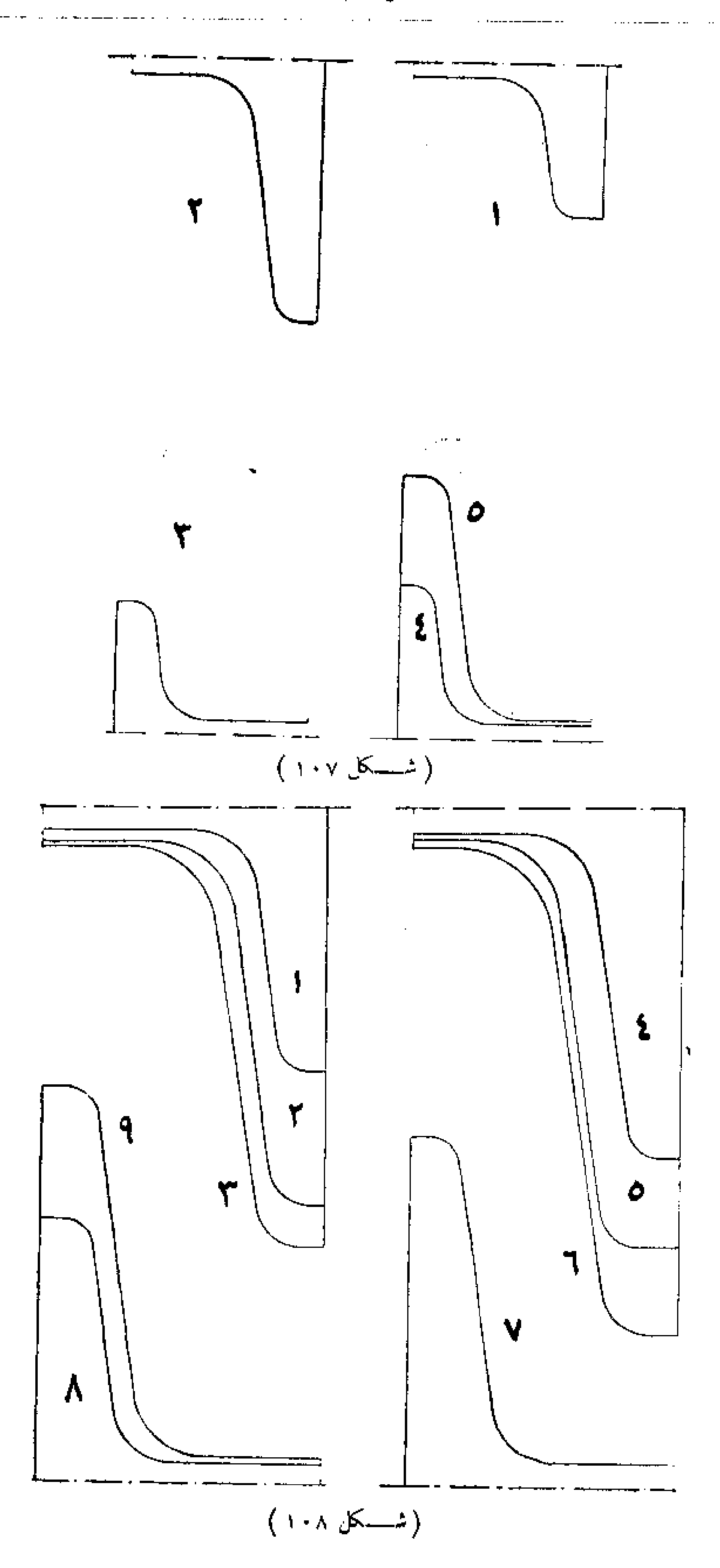
ويستعمل الصلب الوسط بين الناشف والطرى فى صناعة قضبان السكك الحديدية .

قطاعات الحديد الصُّلب المستعملة فى المبانى

تصنع من الصلب فى المصانع المختلفة بأوروبا وأميركا كمرات ذات قطاعات مختلفة ، وأسياخ وسيقان مرومة ومربعة ومبططة ، هذا عدا ألواح الصاج الصلب وما يتبع ذلك من الأدوات الصغيرة . والمقاسات المستعملة بأوروبا ما عدا بريتانيا هى المقاسات المترية ، وأما مقاسات المصنوعات البريتانية والأميركية فهى بالقياس الانجليزى أى بالبوصة والقدم وأجزائهما .

وتُعتبر جمعية تحديد القياسات والمواصفات الهندسية البريتانية (British Engineering Standards Association.) كأنها الجمعية الهندسية المسيطرة على المصنوعات البريتانية الحديدية المنتشرة فى أنحاء العالم ، وقد وضعت الجمعية المذكورة مواصفات وقياسات حديثة لقطاعات الكمرات الصُّلب . وقد أوردنا منها ما هو مرسوم بالأشكال[1] (من ١٠٧ لغاية ١١٢) وذلك للكمرات I ، وللكمرات المجرى أو القناة]. وتبين الرسوم المذكورة الخط المحدّد لقطاع شفّة واحدة من الكمرة مع اتصالها بروح تلك الكمرة مع بيان محورها ، وكلها مرتبة حسب البيان الآتى موضحا أولا مقاس أطول بُعد فى القطاع ثم أقصر بعد مع وزن القدم الطولى من الكمرة بالأرطال الانجليزية :

(١) عن مصانع المهندسين المقاولين آرشيبالد داونى وأولاده ليمتد بلندن وكارديف
Archibald D. Dawnay & Sons, Ltd. London, & Cardiff.



(شـــكل ١٠٧)

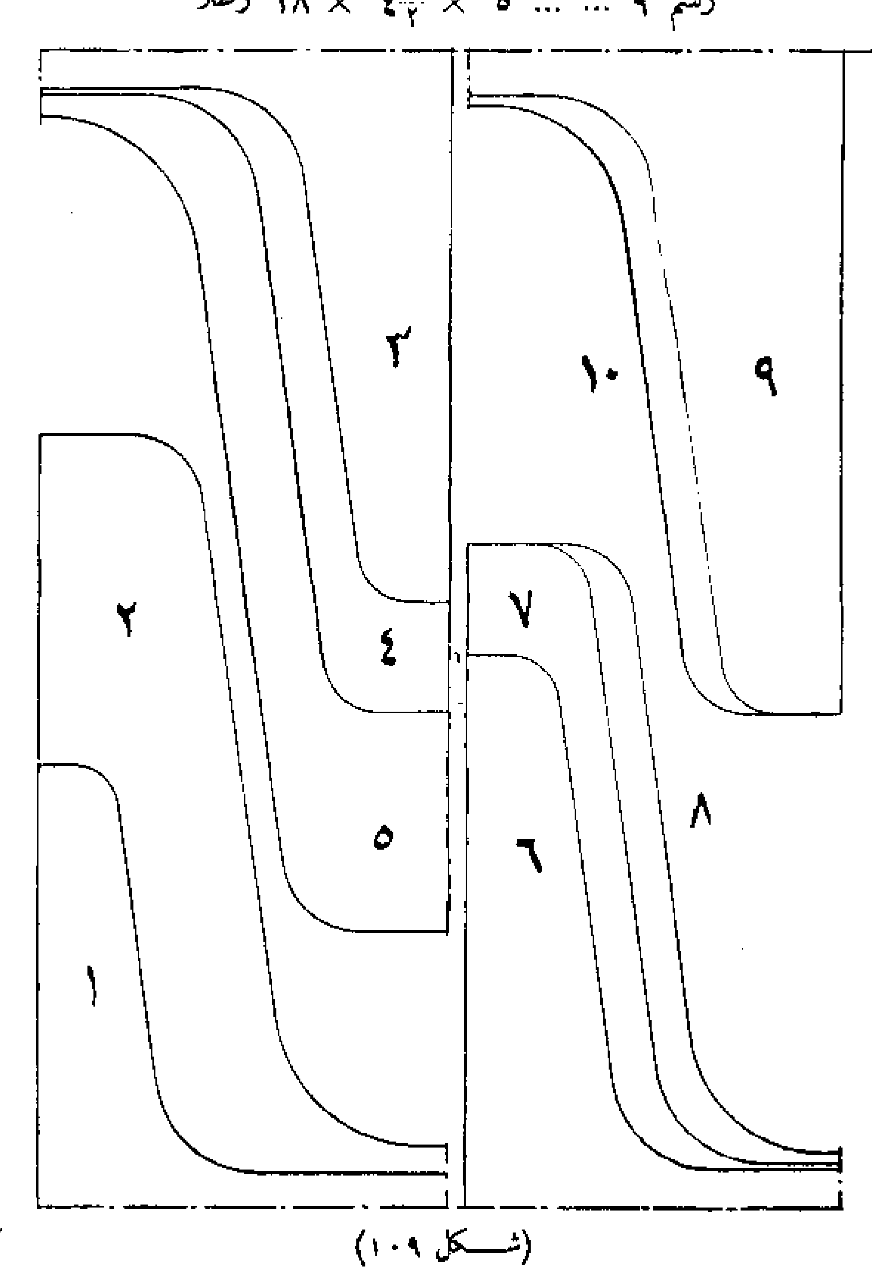
(شـــكل ١٠٨)

الشـــكل ١٠٧ كرات ضعف مجرى I

رسم ١ ... ... ٤ ٣/٤″ × ١ ٣/٤″ × ٦ ١/٢ رطلا
« ٢ ... ... ٣″ × ٣″ × ٨ ١/٢ «
رسم ٣ ... ... ٣″ × ١ ١/٢″ × ٤ رطلا
« ٤ ... ... ٤″ × ١ ٣/٤″ × ٥ «
رسم ٥ ... ... ٤″ × ٣″ × ٩ ١/٢ «

الشـــكل ١٠٨

رسم ١ ... ... ٦″ × ٣″ × ١٢ رطلا
« ٢ ... ... ٦″ × ٤ ١/٢″ × ٢٠ «
« ٣ ... ... ٦″ × ٥″ × ٢٥ «
« ٤ ... ... ٨″ × ٤″ × ١٨ «
رسم ٥ ... ... ٨″ × ٥″ × ٢٨ رطلا
« ٦ ... ... ٨″ × ٦″ × ٣٥ «
« ٧ ... ... ٧″ × ٤″ × ١٦ «
« ٨ ... ... ٥″ × ٣″ × ١١ «
رسم ٩ ... ... ٥″ × ٤ ١/٢″ × ١٨ رطلا

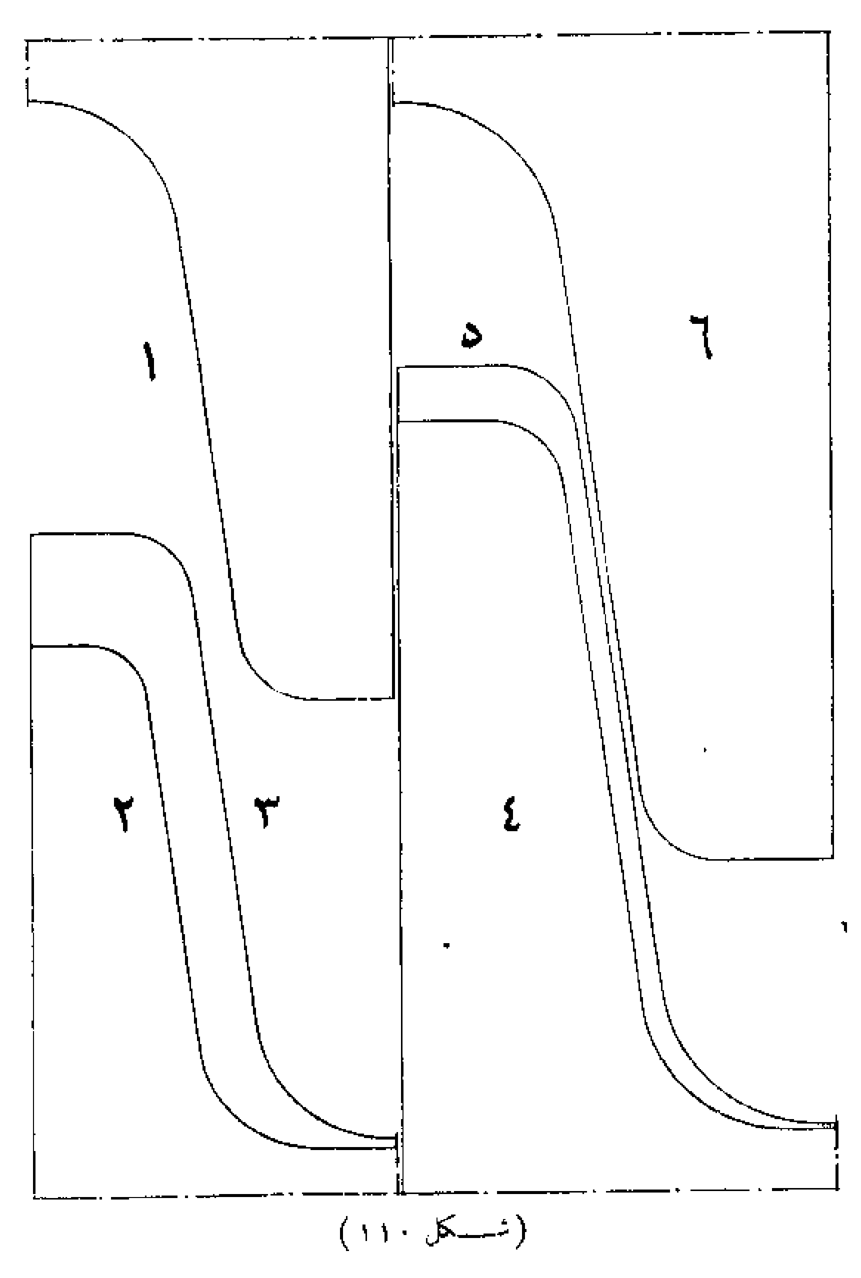


(شـــكل ١٠٩)

الشكل ١٠٩

رسم ١ ... ... ٩″ × ٤″ × ٢١ رطلا
» ٢ ... ... ٩″ × ٧″ × ٥٦ »
» ٣ ... ... ١٠″ × ٥″ × ٣٠ »
» ٤ ... ... ١٠″ × ٦″ × ٤٢ »
» ٥ ... ... ١٠″ × ٨″ × ٧٠ »

رسم ٦ ... ... ١٢″ × ٥″ × ٣٢ رطلا
» ٧ ... ... ١٢″ × ٦″ × ٤٤ »
» ٨ ... ... ١٢″ × ٦″ × ٥٤ »
» ٩ ... ... ١٤″ × ٦″ × ٤٦ »
» ١٠ ... ... ١٤″ × ٦″ × ٥٧ »



(شــكل ١١٠)

الشـــكل ١١٠

رسم ١ ... ... ١٦″ × ٦″ × ٦٢ رطلا
» ٢ ... ... ١٥″ × ٥″ × ٤٢ »
» ٣ ... ... ١٥″ × ٦″ × ٥٩ »

رسم ٤ ... ... ١٨٠″ × ٧″ × ٧٥ رطلا
» ٥ ... ... ٢٠″ × ٧½″ × ٨٩ »
» ٦ ... ... ٢٤″ × ٧½″ × ١٠٠ »

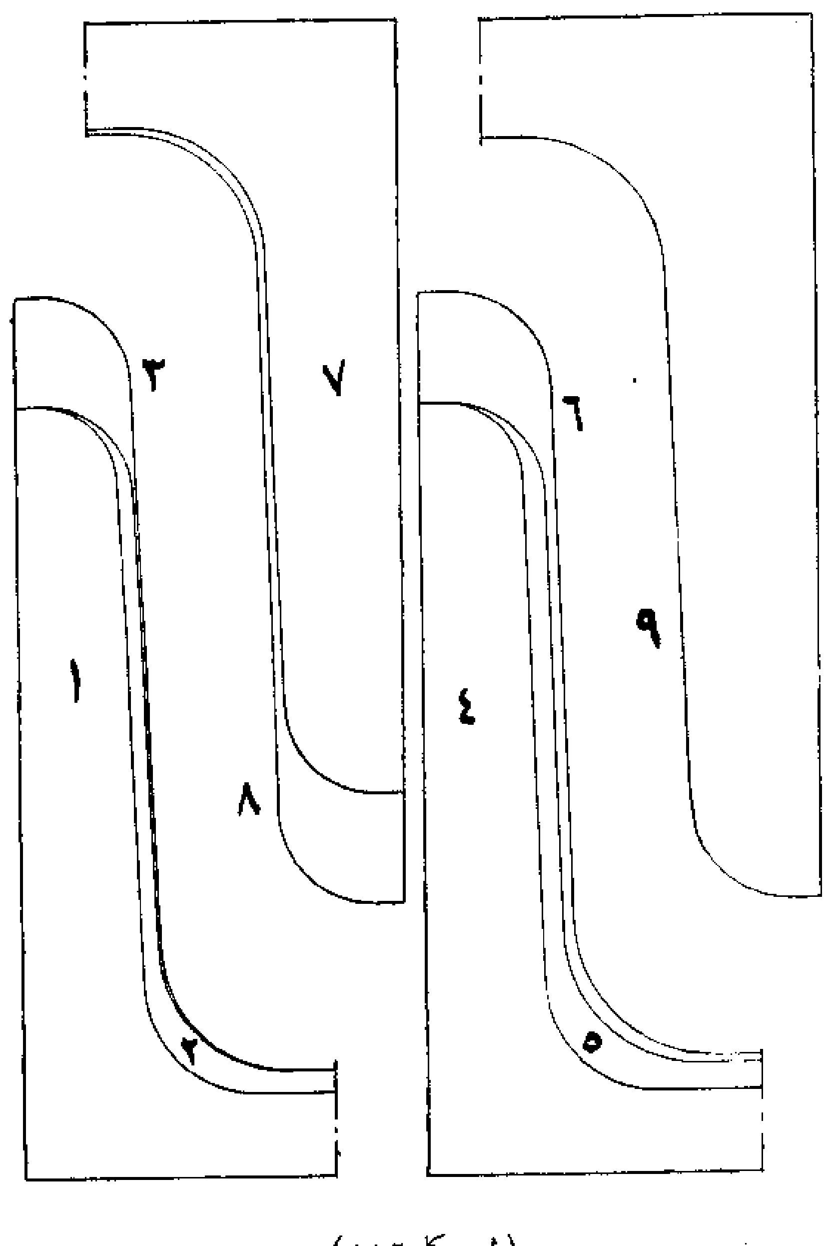
كمرات المجـــرى

(شـــكل ١١١)

رسم ١ ... ٣″ × ١½″ × ٥,٢٧ رطلا
» ٢ ... ٣½″ × ٢″ × ٦,٧٥ »
» ٣ ... ٤″ × ٢″ × ٧,٩٦ »
» ٤ ... ٥″ × ٢½″ × ١٠,٩٨ »
» ٥ ... ٦″ × ٢½″ × ١٢,٠٤ »
» ٦ ... ٦″ × ٣″ × ١٤,٤٩ »
» ٧ ... ٦″ × ٣½″ × ١٧,٩٠ »
» ٨ ... ٧″ × ٣″ × ١٧,٥٦ »

رسم ٩ ... ٧″ × ٣½″ × ٢٠,٢٣ رطلا
» ١٠ ... ٨″ × ٢½″ × ١٥,١٢ »
» ١١ ... ٨″ × ٣″ × ١٩,٣٠ »
» ١٢ ... ٨″ × ٣½″ × ٢٢,٧٢ »
» ١٣ ... ٨″ × ٤″ × ٢٥,٧٢ »
» ١٤ ... ٩″ × ٣″ × ١٩,٣٧ »
» ١٥ ... ٩″ × ٣½″ × ٢٢,٣٧ »
» ١٦ ... ٩″ × ٣½″ × ٢٥,٠٠ »

رسم ١٧ ... ... ٩″ × ٤″ × ٢٨,٥٥ رطلا



(شـــكل ١١٢)

رسم ١ ... ١٠″ × ٣½″ × ٢٣,٥٥ رطلا
» ٢ ... ١٠″ × ٣½ × ٢٨,٢١ »
» ٣ ... ١٠″ × ٤″ × ٣٦,٤٧ »
» ٤ ... ١٢″ × ٣½″ × ٢٦,١٠ »

رسم ٥ ... ١٢″ × ٣½″ × ٣٢,٨٨ رطلا
» ٦ ... ١٢″ × ٤″ × ٣٦,٤٧ »
» ٧ ... ١١″ × ٣½″ × ٢٩,٨ »
» ٨ ... ١١″ × ٤″ × ٣٣,٢٢ »

رسم ٩ ... ... ١٤″ × ٤″ × ٤١,٩٤ رطلا

أما القطاعات التى بهيئة زاوية L فتصنع إما متساوية الجناحين أو مختلفتيهما، وقطاعات النوع الأوّل هى المبينة بالترتيب الآتى بمقاس أحد ضلعى الزاوية والسُّمك مع وزن القدم الطولى منها :

المقاس		الوزن
٢″ ×	١/٤″ ×	٣,١٩ رطلا
٢″ ×	٥/١٦″ ×	٣,٩٢ »
٢ ١/٤″ ×	١/٤″ ×	٣,٦١ »
٢ ١/٤″ ×	٥/١٦″ ×	٤,٤٥ »
٢ ١/٢″ ×	١/٤″ ×	٤,٠٤ »
٢ ١/٢″ ×	٥/١٦″ ×	٤,٩٨ »
٢ ١/٢″ ×	٣/٨″ ×	٥,٨٩ »
٣″ ×	١/٤″ ×	٤,٩٠ »
٣″ ×	٥/١٦″ ×	٦,٠٥ »
٣″ ×	٣/٨″ ×	٧,١٨ رطلا
٣″ ×	١/٢″ ×	٩,٣٦ »
٣ ١/٢″ ×	٣/٨″ ×	٨,٤٥ »
٣ ١/٢″ ×	١/٢″ ×	١١,٠٥ »
٤″ ×	٣/٨″ ×	٩,٧٢ »
٤″ ×	١/٢″ ×	١٢,٧٥ »
٥″ ×	١/٢″ ×	١٦,١٥ »
٦″ ×	١/٢″ ×	١٩,٥٥ »
٦″ ×	٥/٨″ ×	٢٤,١٨ »

أما مقاسات الزوايا ذات الجناحين المختلفين فى الطول فمبينة بالبوصات فيما يلى :

المقاس			الوزن
٢ ١/٢ ×	٢ ×	١/٤ ×	٣,٦١ رطلا
٢ ١/٢ ×	٢ ×	٥/١٦ ×	٤,٤٥ »
٣ ×	٢ ×	١/٤ ×	٤,٠٤ »
٣ ×	٢ ×	٥/١٦ ×	٤,٩٨ »
٣ ×	٢ ١/٢ ×	١/٤ ×	٤,٤٦ »
٣ ×	٢ ١/٢ ×	٥/١٦ ×	٥,٥١ »
٣ ×	٢ ١/٢ ×	٣/٨ ×	٦,٥٣ »
٣ ١/٢ ×	٢ ١/٢ ×	٥/١٦ ×	٦,٠٤ »
٣ ١/٢ ×	٢ ١/٢ ×	٣/٨ ×	٧,٠١٨ »
٣ ١/٢ ×	٣ ×	٣/٨ ×	٧,٨١ رطلا
٤ ×	٢ ١/٢ ×	٣/٨ ×	٧,٨١ »
٤ ×	٣ ×	٣/٨ ×	٨,٤٥ »
٤ ١/٢ ×	٣ ×	٣/٨ ×	٩,٠٨ »
٥ ×	٣ ×	٣/٨ ×	٩,٧٢ »
٥ ×	٣ ×	١/٢ ×	١٢,٧٥ »
٥ ×	٣ ١/٢ ×	٣/٨ ×	١٠,٣٧ »
٥ ×	٣ ١/٢ ×	١/٢ ×	١٣,٦١ »
٥ ×	٤ ×	١/٢ ×	١٤,٤٦ »
٦ ×	٤ ×	١/٢ ×	١٦,٤٥ رطلا

السيقان الصُّلب المربَّعة والمبرومة والخوصة

وعدا ما ذكر من أنواع الكمرات فيكون من ضمن محصول مصانع الصلب سيقان مربعة وأسياخ مبرومة وقطع مبططة "خوصة" . وسواء فى المربعة أو المبرومة فان مقاس ضلع الأولى أو قطر الثانية يتغير تصاعديا من لنية واحدة (١/٨ بوصة)، بزيادة نصف لنية (١/١٦ بوصة) حتى تصل الى ١″ ومن ثم يكبر المقاس بزيادة ١/٨ بوصة حتى تصل الى ٣″ ، وبعدها فيكبر المقاس بزيادة ١/٤ بوصة حتى ١٢ بوصة لمقاس ضلع المربع أو قطر الساق المبروم . أما الخوصة فيتغير سمكها من لنية واحدة حتى ١ بوصة بزيادة لنية ويكون هذا التغيير لجميع العروض المختلفة من ١ بوصة لغاية ٢٠ بوصة .

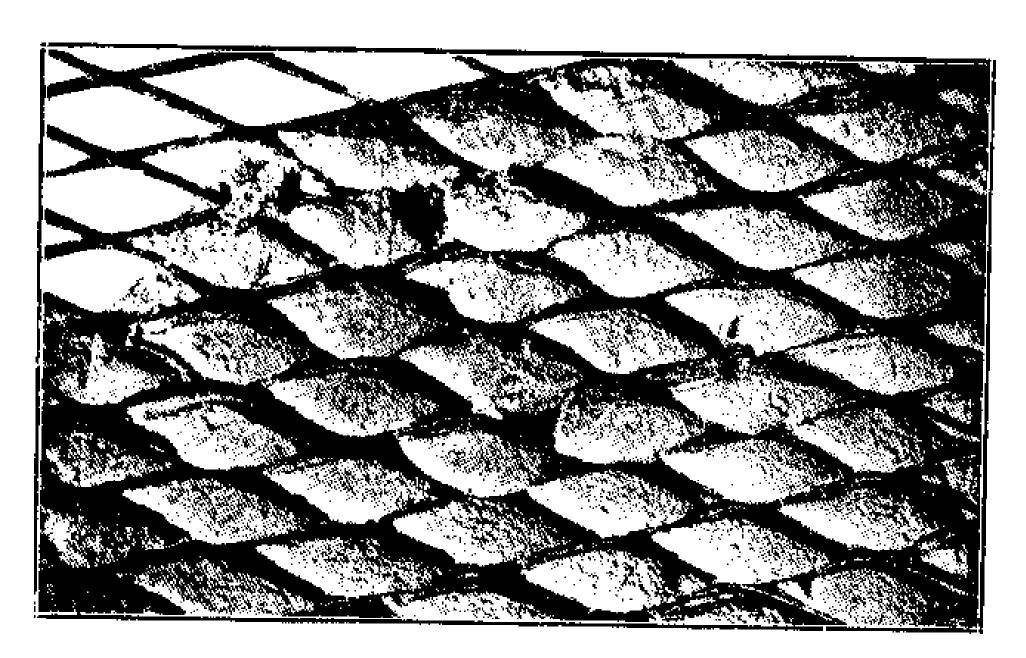
الشَّبَك المعدنى

الشبك المعدنى أو شبك معدن الصُّلب المستعمل فى إنشاء المبانى هو ذلك المصنوع من ألواح الصلب ذات السموك المختلفة والمقطوع والمشدود بالآلات حتى يعطى منظر فتحاته على شكل معين هندسى .

والفائدة التى تعود من هـذه العيون الشبكية هو لتمـاسك مونة البياض بها سـواء فى السقوف أو الحيطان وعلاوة على ذلك فإذا استعمل هذا الشبك تسليحا فى الخرسان فإنه يزيد فى قوة الشد .

وعند تحويل لوح الصاج الصلب الى شبكة فيلاحظ أنه يتمدد فى العـرض وأن هذا التحويل لا يؤثر فى مقدار طوله كذلك لاينقص فى الوزن ، ويتغير مقدار هذا التمدد من مرتين الى ١١ مرة قدر العرض الأصلى ، وتعرف الشِّباك عادة بمقاس عرض العين .

شَباك البياض — أحسن مقاس لعرض العين فى الشبك المستعمل لاستقبال البياض هو ٣ لنيات وهو من ذات السُّمك ٢٤ .B. W. G ومقاس الشبكة يكون عادة ٦ × ٢ أو ٧ × ٢ أو ٨ × $٢\frac{١}{٤}$ قدما . هذا إذا كانت الشبكة محملة على عوارض أو قوائم متقاربة أقل من ١٢ بوصة ، أما إذا كانت المسافة ١٤ً فما فوق فتستعمل شباك أثقل من السابقة الذكر . ومبين (بشكل ١١٣) صورة شمسية لتمـاسك مونة الطلاء مع إحدى هذه الشِّباك .



(شـــكل ١١٣)

وليس معـنى المسافة المذكورة التى هى ١٢ أو ١٤ بوصة انها مسافة التحميل فقط بل لابد من تسمير الشبكة أو ربطها بالسلك مع ماهو ورائها كل ستة بوصات على الأكثر أو كل أربعة بوصات على الأقل .

وإذا زادت مسافة التحميل الرئيسية عن من ١٤ً حتى ١٦ً فيستعمل الشَّبَك ذات القياس المحدد B. W. G. ٢٢ . أو يستعمل ذات القياس B. W. G. ٢٠ اذا وصلت المسافة المذكورة الى ١٨ بوصة . أما إذا كبرت حتى ٢٤ بوصة فتستعمل الشباك ذات القياس B. W. G. ١٨ .

ويستعمل هـذا الشبك أيضا فى تغمية السقوف أى تلقيمها بالبياض بوساطة تدليته بمشابك معدنية راكبة فى شفة الكمرات الحاملة للطابق الخرسانى المسلَّح من هذا الشبك، فقط بمقاس مختلف — (انظر مبحث السـقوف الحديدية بالجزء الثانى من مجموعة هندسـة المبانى والإنشاءات) — ويزن القدم المربع من هذه التغمية مقدارا متفاوتا بين ٩ و ١٢ رطلا، وتعتبر هذه السقوف سقوفا واقية ضد الحريق .

وإذا لُفَّ هذا الشبك حول الكمرات الحديدية المستعملة عُمُدا والأعتاب وطُلِى حوله بالبياض فتعتبر هذه الأعضاء موقاة من الحريق، هذا مع ملء الفراغ الكائن بين كمرات العُمُد وهذه الشِّباك بوساطة خرسانة سمنتية . ويستعمل الشبك أيضا فى منع نفاذ الصوت من الحيطان إذا نُصب رأسيا وثبِّت على وجه الحائط بوساطة أقفزة حديدية ومشابك وطلى عليه بالبياض .

ومن الشبك المعدنى مايستعمل فى السلالم فيثبت على هيكل القوائم والنوائم المصنوع من حديد الصلب زوايا أو أى قطاع ينتخب، ثم تصب عليه الخرسانة بسمك ٢½ بوصة للنوائم وتبيض النوائم بالبياض السمنتى بسمك ١½ بوصة وذلك مع تغطية قَلْبة السلم من أسـفلها بشبك ويطلى بالبياض أيضا، وهذه أحسن طريقة لبناء مدرّجات دور التمثيل الصامت والناطق خصوصا المعلقة منها والتى على هيئة كابولى وتكون ممتدة لمسافة طويلة .

هذا عدا استعمال الشبك المعدنى فى إنشاء العراطيب منه خالصا مع طبقات البياض سواء استعمل مفردا أومزدوجا مع ترك فراغ لإعطاء سمك للعرطوبة ويستعمل النوع ذو المقاس ٢٢ أو ٢٠ B.W.G. إذا أريد تسميره وتثبيته بمسافات ١٦ و ١٨ بوصة على التوالى .

وكثيرا ما تُشَيد أبنية من هذا الشَّبك مع صبِّ الخرسانة سواء كانت فى الحوائط أو السـقوف أو للأرضيات أو فى الأساسات، أو للحيطان الساندة أو الخزانات أو المجارير الرئيسية. وقد عملت تجارب

عديدة على جملة طوابق استعمل فيها الشبك[١] ذو مقاس العين "عرضيا" ٣ بوصات بسمك $\frac{٣}{١٦}$ بوصة مع عرض الشريط $\frac{١}{٤}$ بوصة فوجد أن القدم المربع يتحمل طنا ، ويلاحظ أن يكون الشبك مدفونا فى خرسانة الطابق وبينه وبين السطح السفلى للخرسانة مقـدار $\frac{١}{٢}$ بوصة واذا وضعت قطع للتقوية للشدّ فتوضع أعلى الكمرات الحاملة وعلى مسافة $\frac{١}{٢}$ بوصة من السطح العلوى للخرسانة ، وأحسن نسبة لتركيب هذه الخرسانة هى أن تتكوّن من ٤ أجزاء من كسر الحجر أو الزلط أو شطف الجرانيت بحيث تمر فى حلقة $\frac{٣}{٤}$ بوصة أى تنفذ من مهزة سعة عيونها $\frac{٣}{٤}$ بوصـة وذلك مع ٣٠ ٪ من الرمل الحرش مخلوطا مع جزء من السيمنت البورتلاندى .

الصاج المـــوّج

يُحضّر الصاج المموّج والمجلفن على هيئة ألواح طولها يتغير من ٥ الى ١٠ أقدام وبعرض ٢٦ بوصة ذات ثمانية تموّجات من ذات الثلاثة بوصة بحيث تفرش مسطحا عرضه ٢٤ بوصة اذا كان مقدار ركوب اللوح على مجاوره مفردا أى لتنفيخ موجة واحدة . وأحيانا يكون الركوب مزدوجا بمعنى أن يشمل على تقعير موجة مع تنفيخين مجاورين لها . وتموّج هـذه الألواح التى من الصلب بين درافيل اسـطوانية من الخشب المتين ويجلفن منهـا ما لم يكن مطلوبا طلاؤه بالدهان بعد تركيبه وهو معظم ما تخرجه المصانع .

وهـذا الصاج على تخانات مختلفة مُقاسـة ومحدّدة القياس بأرقام مخصوصة[٢] ويقلّ السـمك اذا صعدت هذه الأرقام ولذا يختلف وزن القدم المسطح من أنواعها المختلفة حسب ما يأتى :

قياس السمك B. W. G.	١٦	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨
وزن القدم المسطح بالأوقية	$٤٩\frac{١}{٤}$	$٣٩\frac{١}{٤}$	$٣١\frac{١}{٢}$	$٢٤\frac{١}{٢}$	$٢٠\frac{١}{٤}$	١٥	$١٣\frac{١}{٤}$

غير أن القياسان الأوّلان لا توردهما المصانع إلا حسب الطلب وكذلك القياس الأخير مع قياس B. W. G. ٣٠ الذى سمكه $\frac{٣}{١٦}$ من البوصة والمعول عليها هى القياسات ٢٠ ، ٢٢ ، ٢٤ ، ٢٦

(١) No. 10 Expanded steel, 3 inch mesh, 1/4 in. × 3/16 in. strand in 5 1/2 in. concerte.
يحمل ٢ $\frac{١}{٢}$ هندردويتا للقدم المربع على بحر مقداره ٨ أقدام .

(٢) تعرف بمقاسات برمنجهام وايار جيج . B. W. G. "Birmingham Wire Guage".

ويمكن للصانع إخراج ألواح بطول لغاية ١٢ قدما و بعرض ١٠ موجات من ذات الثلاثة بوصات[١] لتعطى العرض ٦ً — ٢َ .

جدول يعطى مقدار ماتفرشه ألواح وزنها طونولاته "بالياردات المربعة" مع حساب الركوب

الواح ذات القياس	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦
عدد الياردات المربعة التى تفرشها وزن الطن ...	١١٣	١٣٨	١٦٧	٢٢٢

جدول يعطى مقدار وزن اللوح بالرطل للقياسات المختلفة

الطول بالقدم	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
قياس ٢٠	٢١	٢٥ ½	٣٠	٣٤	٣٨	٤٢ ½
« ٢٢	١٧	٢٠	٢٣ ½	٢٧	٣٠	٢٣ ¼
« ٢٤	١٣ ½	١٦	١٨ ¾	٢١ ½	٢٤	٢٧
« ٢٦	١٠ ¼	١٢ ¼	١٤ ½	١٦ ½	١٨ ¾	٢١

جدول يعطى عدد الألواح ذات العرض ٢٦ً التى فى وزن طونولاته

قياس بالقدم	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
قياس ٢٠	١٠٥	٨٨	٧٥	٦٦	٥٨	٥٣
« ٢٢	١٣٤	١١٢	٩٦	٨٤	٧٤	٧٦
« ٢٤	١٦٨	١٤٠	١٢٠	١٠٥	٩٣	٨٤
« ٢٦	٢١٦	١٨٠	١٥٤	١٣٥	١٢٠	١٠٨

(١) تقاس الموجة بحساب تفيخ مع نصفى التقعيرين المجاورين له .

النحاس الأحمـــــر

يوجد النحاس الأحمر فى جهات كثيرة من الكرة الأرضية بهيئة كبريتور "سلفيد" أو أوكسيد المعدن فى الخامات الطبيعية، وأحيانا يوجد المعدن نفسه منعزلا، وهذه الخامات الطبيعية هى المبينة بعد :

(ا) بارَيْتا النحاس الأحمر ... ... نح ح كب$_٢$

(ب) أوكسيد النحاس ... ... نح$_٢$ ا

(حـ) كربونات النحاس ... ... نح ك ا$_٣$. نح (ا يد)$_٢$

(ى) النحاس المنفرد ... ... به من ١٠٪ الى ٤٠٪ مواد غريبة

الباريتا — باريتا النحاس " النحاس المكبرت " هى أهم الخامات وتشابه باريتا الحـديد فى المنظر غير أنها أقل لمعانا منهـا وأقل صـلابة حيث يمكن خدشها بوساطة السكين العادى (بينما باريتا الحـديد أكثر صلابة من الفولاذ) . وتوجد عادة على هيئـة حبيبات ظاهرة متحدة مع باريتا الحديد والكوارتز . وهذا الخام منتشر بكثرة .

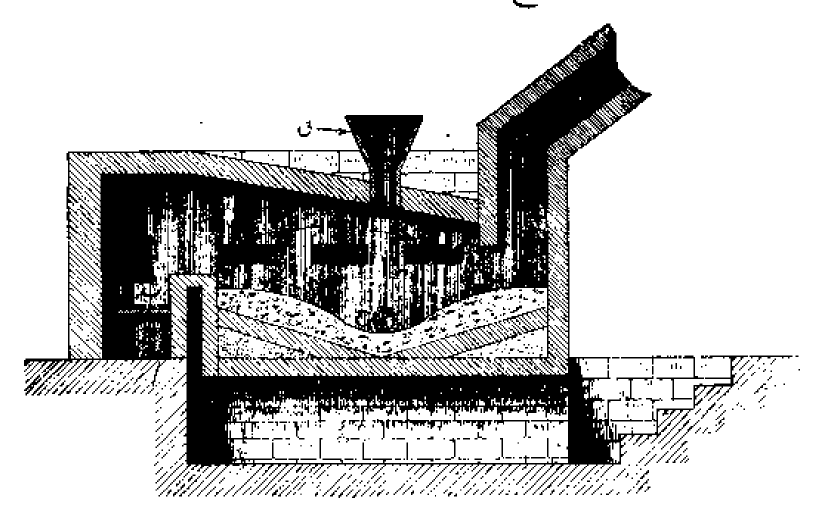
الاوكسيد — يوجد أوكسيد النحاس " النحاس المؤكسد " بهيئة كتل أو بللورات و يعطى مكسره لونا أحمرا قاتمـا بينما يكون سطحه الخارجى ذا لون أســود أو رمادى . وهـذا الخام منتشر فى مكسيكا الجديدة وأندلوسيا .

الكـربونات — وهى كربونات قاعدية لونهـا أخضر زمردى وهى نتيجة تأكسـد بعض خامات، وتكون عادة على هيئة قشرة وتوجد فى منطقة جبال الأورال و بلاد الهند وأميركا الجنوبية .

المعدن — يوجد معـدن النحاس منفردا فى شيلى بأميركا الجنوبيـة وحول بحيرة سو بريور بأميركا الشمالية و يكون بهيئة كتل ذات حبوب دقيقة غير أنه لا يخلو من الأوساخ . و يعزى السبب فى وجود المعـدن على هيئة عنصر منفرد الى مؤثرات ثانوية ربمـا كانت تحليل المركبات التى سبق الإشارة إليها .

ويُصنع من النحاس أدوات كثيرة مستعملة فى المبـانى مثل ألواح تغطيـة السقوف المنحدرة والمنبسطة وعلى غطـاء، الأبراج وتتأكسد هذه الأغطية وتتكوّن عليها طبقة أوكسيد خضراء اللون

« كربونات نحاسية »[1] وهى سامة ، ولذا فلا يجوز استعمال النحاس الأحمر فى عمل مواسير مياه الشرب الباردة ، إنما هذا لا يمنع استعمالها فى مواسير المياه الساخنة حيث أن هذا المعدن جيد التوصيل للحرارة . وتعمل منه أسلاك بأقطار مختلفة مستعملة فى التوصيلات الكهربائية ، هذا عدا ما يعمل من الدسر والكانات المستعملة فى تعشيق الحجارة مع بعضها وكذلك الزوانات .



(شكل ١١٤) فرن النحاس

(ا) الفرن .	(د) مدخنة .
(ب) الموقد .	(هـ) فتحات تقليب النحاس .
(ج) فتحة خروج النحاس .	(ق) قادوس لوضع الخامات .

استخلاص معدن النحاس الأحمر — يستحضر المعدن نفسه من أىّ من مركباته بعد أن تجرى عليه عمليات أولها عملية التحميص أو التكليس فى أحد الأفران العالية مثل المستعملة للحديد فيتحول كبريتور الحديد الى أوكسيد الحديد والذى عند تسييح النحاس فى الفرن العاكسة يكوّن خبثا من سليكات الحديد بينما تحصل على النحاس بهيئة كبريتور فى حالة الانصهار التام .

وموضح (بالشكل ١١٤)[2] رسم لقطاع فى أحد الأفران العاكسة المشابهة تماما للافران العاكسة المستعملة فى الحصول على معدن الحديد نفسه ، وفى هذه الأفران يمر اللهب على المعدن بدون أن يتحد معه ، فبانعكاس الحرارة ينصهر الكبريتور الذى يؤخذ وتعاد عليه العملية إما فى فرن مماثلة للفرن المذكورة وإما فى قلاب مثل محوّل بسّمر . وعلى كل حال فيجب قبل ارسال النحاس للتجارة

(١) (Verdigris) تتكون هذه الكربونات من اتحاد ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الجو مع الهواء الرطب « المائى » وهى كربونات قاعدية تحفظ وجه النحاس من التآكل . ويصدأ النحاس الأحمر من الماء الملح مع الهواء فتتكون الطبقة « الكسوة » الخضراء (المسماة أوكسيكلوريد النحاس) .

(٢) أعارنى الخمسة أشكال الأخيرة حضرة الزميل سليمان أفندى فهمى شفيق من كتابه على المعادن .

أو للصناعة أن يكرر وينق مما فيه من الأوساخ العالقة مثل أوكسيد النحاس ، ويعمل هذا التكرير على طريقتين ، فالأولى إما أن يعاد تسييح النحاس فى الفرن مع تقليب المعدن المنصهر بوساطة عود من الخشب الأخضر (اللين) حتى يختــل الأوكســيد بالغازات التى تتصاعد من الاحتراق الجــزئى للخشب ، بعــد ذلك يُصب معدن النحاس الخالص وهو النحاس الناشف أى الفــير لين لخلوه من الأوساخ .

أما الطريقة الثانية فهى طريقة التكرير بالتيار الكهربائى وهى طريقة حديثة آخذة فى الانتشار وبوساطتها تحصل على معدن نق خصوصا عند ما يطلب النحاس الأحمر لاستعماله فى الموصلات للتيار الكهربائى ، وطريقتها هى أن تصب الألواح النحاسية بحجم مناسب وتغمس فى حمام كبريتات النحاس ثم يمرر فيها التيار الكهربائى حتى لوح من النحاس النق المغموس من المحلول نفسه .

وتتوقف قيمــة النحاس الأحمر على قابليتــه للطَّرق والسَّحْب ، والخاصيتان المذكورتان تكونان عظيمتين فى القدرة اذا كان النحاس نقيا جدا .

جدول ألواح النحاس ذات السموك المختلفة

قياس B.W.G.	وزن القدم المربع		قياس B.W.G.	وزن القدم المربع		قياس B.W.G.	وزن القدم المربع	
	أوقية	رطل		أوقية	رطل		أوقية	رطل
١	—	١٤	١١	١٠	٥	٢١	٨	١
٢	—	١٣	١٢	—	٥	٢٢	٦	١
٣	—	١٢	١٣	٨	٤	٢٣	٢	١
٤	—	١١	١٤	—	٤	٢٤	—	١
٥	٢	١٠	١٥	٨	٣	٢٥	١٤	—
٦	٤	٩	١٦	—	٣	٢٦	١٢	—
٧	٨	٨	١٧	١٠	٢	٢٧	١١	—
٨	١٢	٧	١٨	٤	٢	٢٨	١٠	—
٩	—	٧	١٩	—	٢	٢٩	٩	—
١٠	٤	٦	٢٠	١٢	١	٣٠	٨	—

الرصـاص

توجد خامات الرصاص منتشرة فى بقاع كثيرة و بما أنها كبيرة الكثافة مثل معدن الرصاص نفسه فمن السهل اذن تنقيتها من المواد الغريبة المختلطة بها "مثل المواد السليسية" بوساطة تكسير الخامات وغسـيل الأوساخ منها فى ماء جار . و يوجد الرصاص على حالتين هما كبريتور الرصاص (ر كب) المسمى "جالينا" وكربونات الرصاص (ر ك أ$_{٣}$)، غير إنه ممكن استخلاصه من كبريتات الرصاص أيضا (ر كب أ$_{٤}$) .

كبريتور الرصاص — يوجد هـذا الخام منتشرا بكثرة وهو أهم خامات الرصاص ويكون بهيئة كتل لامعة ذات لون أزرق رمادى برّاق، وكذا يكون بهيئة بللورات ذات بريق . ويختلط مع هذا الخـام بعض الأوساخ مثل كبريتور الخارصين "سلفيد الزنك" وأثر من كبريتور الحديد والنحاس . وأهم مناجم الرصاص هى اسبانيا وانجلترا وألمـانيا كما أنه يوجد بأميركا .

والرصاص معدن لين سهل الإنثناء قابل للتطريق على البارد سنجابى اللون ضارب للزرقة الخفيفة لامع برّاق عند قطعه و ينطفىء لمعانه فى الهواء . ويستعمل فى المبانى بأن تعمل منه ألواح الرصاص (١)

(١) تعمل هـذه الألواح ذات سمك مختلف وتزن متباينة واستعمالها شائع ببريتانيا وتعرف بقدر زنتها وتكون هـذه الزنة منسوبة للقدم المسطح هكذا : — عن مذكرة فولر (Fowler)

وزن القدم المربع بالرطل الانجليزى	سمك اللوح بالبوصة	وزن القدم المربع بالرطل الانجليزى	سمك اللوح بالبوصة
١	٠٫٠١٧	٥½	٠٫٠٩٣
١½	٠٫٠٢٥	٦	٠٫١٠١
٢	٠٫٠٣٣	٦½	٠٫١١٠
٢½	٠٫٠٤٢	٧	٠٫١١٨
٣	٠٫٠٥١	٨	٠٫١٣٥
٣½	٠٫٠٥٩	٩	٠٫١٥٢
٤	٠٫٠٦٨	١٠	٠٫١٦٩
٤½	٠٫٠٧٦	١١	٠٫١٨٦
٥	٠٫٠٨٥	١٢	٠٫٢٠٣

فالألواح التى وزنها ٧ رطلا للقدم المربع تستعمل منبسطة وفى المجرى بالجملون .
والألواح » ٦ » » » فى العرق المـائل وعند الشرفة .
» » ٥ » » » فى الكسوة الزاوية .
» » ٤ » » » بطانة أسفل الكسوة الزاوية .

لتغطية السقوف المنحدرة بنسبة $\frac{١}{١٢٠}$ ، ومواسير للمياه[١] نظرا لليونته "طراوة" ولسهولة لىّ هذه المواسير لغاز الاستصباح أيضا . ويستعمل كأداة لحام للواسير الزهر وفى تثبيت برامق السلم الحجرى وتعمل منه كانات ويساعد فى تثبيت الكانات فى تعاشيق الحجرة النحت .

استخراج الرصاص — يستأصل الرصاص من مركّباته فى فرن عاكسة مثـل فرن الحديد أو النحاس ويحتاج لدرجة حرارة أقل مما يحتاجه النحاس لتحميصه الذى بعـد حدوثه تزاد النـار فتسيح المواد التى فى المركب وينفصل معدن الرصاص وينزل حتى قاع الفرن، فحينما يسخن كبريتور الرصاص وهو معرّض للهواء فيشتعل جزء من الكبريت ويرسب المعدن مؤكسدا ، ويتحول جزء من الخام الى كبريتات الرصاص لزيادة كمية الأوكسجين هذه، وبعد إعادة التسخين يتفاعل كل من الأوكسيد والكبريت مع باقى الخام وينفصـل المعدن نفسه خالصا . ويمكن معرفة التفاعلات التى تحدث داخل الفرن من الاختزال الكيميائى الآتى :

٢ ر كب + ٣ ا$_{٢}$ ← ٢ ر ا + ٢ كب ا$_{٢}$

و ر كب + ٢ ا$_{٢}$ ← ر كب ا$_{٤}$

وحينئذ ر كب + ٢ ر ا ← ٣ ر + كب ا$_{٢}$

و ر كب + ر كب ا$_{٤}$ ← ٢ ر + ٢ كب ا$_{٢}$

ودرجة سيحان الرصاص هى ٣٢٥° م . بينما أن درجة سيحان النحاس أكبر من ١٠٠٠° م .

الخارصين "الزنك"

يوجد الخارصين أو الزنك على هيئـة خامات تكون كبريتور المعـدن (ز كب) ، أو تكون كربونات (ز ك ا$_{٣}$) أو سليكات (ز س ا$_{٤}$) ، غير أن أهم هـذه الخامات هو الكبريتور وهو منتشر بكثرة فى بريتانيا وفرانسا ووادى نهر الرين بألمـانيا وكذلك ببلاد الأغريق .

---

(١) تزن الباردة الطولية من الماسورة التى قطرها $\frac{١}{٢}$ بوصة من ٦ الى ٧ أرطال

			القطر					
»	»	»	$\frac{٣}{٤}$	»	٩	»	١١	رطلا
»	»	»	١	»	١٢	»	١٦	»
»	»	»	$١\frac{١}{٤}$	»	١٦	»	٢١	»
»	»	»	$١\frac{١}{٢}$	»	٢١	»	٢٨	»

استخراج المعدن — للخارصين شراهة كبيرة لامتصاص الأوكسجين ولذا يصعب استخراجه من خامة بطريقة اقتصادية ، فيجرى تحميصه أولا فى فرن عاكس كى يتحوّل الى أوكسيد عند اشتعال الكبريت :

ز كب + ٣ ا ← ز ا + كب ا٢

ثم يسحق الأوكسيد المتحصل عليه ويسخن عليه لدرجة البياض (بين ٤١٥° ، ٥٠٠°م .) بعد خلطه مع تراب الفحم البلدى "النباتى" فى بوادق اسطوانية من الطينة الحرارية ، وهذه البوادق بشكل المعوجات بطول أربعة أقدام ويقطر عشر بوصات وموضوعة بانحدار بسيط نحو فوهاتها فيسيل الرصاص المنصهر[1] ويستقبل فى قوالب بعد أن يفقد أول أوكسيد الكربون :

ز ا + ك ← ز + ك ا

والخاصية الوحيدة التى تجعل للخارصين «الزنك» أهمية هى تغطية الحديد به أى جَلْوَنَته «كسوته بطريقة جلوانى الكهربائية» وتعمل هذه القشرة بجملة طرق أهمها : —

(ا) وهى الأكثر انتشارا ، يؤتى بالحديد ويغمر فى حمامات بها أحماض لتنظيفه من الأكاسيد الموجودة على سطحه ثم يُسَخَّن لدرجة كبيرة ويغمر فى حمام من الزنك السائح ، وباختلاف مدّة الغمر تختلف سمك طبقة القشرة .

(ب) تُنظف المعادن المراد جلونتها إما بوساطة أحماض أو بالهواء المضغوط المحمّل رملا ، ثم توضع هذه المعادن فى اسطوانة معدنية مفرغة من الهواء وبداخلها تراب زنك ، ثم تسخّن بما فيها لدرجة مرتفعة جدا فيتبخر الزنك ويتكاثف على سطح المعدن ويكوّن طبقة صغيرة رقيقة السمك تحفظ المعدن من التأكسد .

القصـــــدير

لا يستعمل نفس معدن القصدير بكثرة فى أعمال المبانى غير أن السبائك المعدنيـة الداخل فيها تستعمل بكثرة . والخام الوحيد لهذا المعدن هو الأوكسيد[2] (ق ا٢) الذى يوجد مختلطا معه الكبريت والأنتيمون والحديد والأرسين والكوارتز «الرمل» ، ويكون على هيئة عروق فى الصخر ولونها متغير من السمرة الى السواد ، أو يكون فى مجارى الأنهار بهيئة حبيبات تحت طبقات رواسب أخرى ، ولا يتعدّى مقدار المعدن فى الخام عن ٢ ٪ منه .

---

(١) يسمى عند الانجليز spelter

(٢) يسمى كاسيتريت (Cassiterite) وهو اسم قديم للجزائر البريتانية .

ويعدّن القصدير من مناجمه فى الهند الشرقية[1] واستراليا و بوليفيا وانجلترا «بمقاطعة كورنوال» وكذا فى شيلى بأميركا الجنوبية .

ولون معدن القصدير أبيض فضى لامع لا ينطفئ بريقه من الهواء العادى إذا عرض له . وهو لين يمكن قطعه بالسكين العادى وممكن تصفيحه مثل الرصاص الى رقائق رفيعة جداً[2] . والقصدير يتبلور بسهولة واذا سُخن لدرجة أقل من سيحانه فيتحول الى مسحوق، ومن خواصه أنه اذا ثنيت قطعة منه بجهتين متضادتين فينشأ من احتكاك بلوراته سخونة عند نقطة الانثناء . و يسمع له صوت مخصوص من هذا الاحتكاك وتمزيق حبيباته — ويسمى (Tin cry) .

استخراج القصدير — تساعد كثافة الخام الكبيرة على استئصال المواد الغريبة منه بوساطة الغسيل بالماء ثم بعد ذلك يحمص الغُفْل حتى يتطاير الكبريت والآرسين والأنتيمون . ويتبقّ أوكسيد القصدير الذى يؤخذ الى فرن مثل الأفران العالية ويسيح وتستخلص منه كمية الحديد التى تكون متحدة مع الخام وذلك بمساعدة الفحم النباتى، أو يسيح فى فرن مثل الحديد العاكس باستعمال الفحم الحجرى ولدرجة حرارة عالية حتى ينفصل القصدير الذى يكون بكمية بين ٥٠ ، ٦٠ فى المائة من الأوكسيد المذكور و بازدياد درجة الحرارة ٢٣٠° م . يطفو المعدن المنصهر تاركا وراءه الخبث .

وأغلب استعمال القصدير هو فى كسوة ألواح الحديد بقشرة رقيقة تقيها من التأكسد وهو المسمى بالصـــفيح .

السبائك المعدنية

السبائك المعدنية هى جملة معادن مخلطة مع بعضها البعض بوساطة التسييح ، و يستحسن أن يسيح كل منها على حدة مع مراعاة ان المعدن الذى يسيح فى درجة حرارة منخفضة يكون الآخر فى الخلط . والسبائك المذكورة تكوّن معدنا صلبا يقاوم التأثيرات المصنوع لأجلها وأهمها معدن المدافع القديم ولو أنه غير داخل فى أعمال المبانى ثم النحاس الأصفر والبرونز . وتعمل من هذه السبائك الحنفيات و باقى اللوازم لأجزاء دورات المياه وقزانات التسخين والأجراس والمقابض .

النحاس الاصفر — هو مخلوط من النحاس الأحمر والخارصين مع جزء ضئيل من الرصاص أو من دونه، ويختلف لونه بين الأصفر والأحمر تبعا لكمية النحاس الأحمر الداخلة فى التركيب .

---

(١) جزائر البواغيز (Islands of Straits Settlements).

(٢) الرقائق المستعملة فى تغليف الحلوى ولفافات الدخان الخ (بالانجليزية Tinfoils.) والمسمى ورق الفضة .

ويتركب النحاس الأصفر العادى من ٦٤ فى المائة من النحاس الأحمر مع ٣٦ فى المائة من الخارصين ، أما نحاس السلوك فتزداد كمية النحاس الأحمر فيه حتى ٧٠ مع ٣٠ جزءا من الخارصين ، واذا كان المطلوب تطريقه الى ألواح فيتكون من ٨٠ فى المائة من النحاس الأحمر . وبإضافة جزء قليل من الرصاص على السبيكة تجعلها أكثر ليونة غير أنها تزيد صعوبة تحزيرها فى درجة حرارة عالية (مثل ٦٠٠°م) .

البرونز — وهو مخلوط من النحاس الأحمر مع القصدير وهى سبيكة صعب عملها بالنسبة لاختلاف وتفاوت درجة حرارة المعدنين المذكورين ، وتعمل من هذه السبيكة أنواع المفصلات المضاعفة ذات الزنبرك . ويحتوى البرونز أحيانا على السليكون الذى يستعمل بدلا من الفوسفور وذلك ليجعل السبيكة حساسة مثل المستعمل منها موصلات الكهرباء من النوع المعلّق .

سبائك الرصاص والقصدير — من أشهر هذه السبائك ما يستعمل فى اللحام العادى وهو المتكون من جزئين متساويين من الرصاص والقصدير أو جزئين من القصدير وجزء من الرصاص وهو الأهم . وتوجد سبيكة أخرى مكونة من ثلاثة أجزاء من القصدير مع جزء واحد من الرصاص — (أو بنسبة ٨٠ : ٢٠) وهو ما يسمى تجاريا بالقصدير لتبطين الأوانى النحاسية منه ، غير أنه يجب تقليل الرصاص بأكبر ما يمكن أو استئصاله بالمرة واستعمال القصدير خالصا حيث أن الجزء الرصاص القليل سم بطىء الفعل .

سبائك مختلفة — وتجهز سبائك مختلفة من جملة معادن مثل النحاس الأحمر والخارصين والرصاص والقصدير مثل المبينة فيما يأتى :

(أ) لحام النحاس الأحمر — مركّب من : ... —	نحاس ...	١٠٠	جزء
	رصاص ...	٢٥	»
(ب) لحام مواسير النحاس الأحمر — مركّب من : —	نحاس أصفر ...	٧٧,٥٠	جزءا
	خارصين ...	١٧,٥٠	»
	قصدير ...	٥,٠٠	»
(حـ) لحام مواسير النحاس الأصفر — مركّب من : —	نحاس ...	٧	»
	خارصين ...	٧	»
	قصدير ...	٢	»
(د) برونز الحنفيات — مركّب من : —	نحاس ...	٨٨	جزءا
	قصدير ...	١٠	أجزاء
	خارصين ...	١,٧٥	جزءا
	رصاص ...	٠,٢٥	»